доступно и просто

Е. А. Марон

ФИЗИКА

ОПОРНЫЕ КОНСПЕКТЫ И
РАЗНОУРОВНЕВЫЕ ЗАДАНИЯ



9

ОСНОВНЫЕ ФОРМУЛЫ

Формула	Название величин, входящих в формулу	Единицы измерения
$v = \frac{s}{t}$	v – скорость тела	м/с
	s – путь, пройденный телом	м
	t – время движения	с
$a = \frac{v - v_0}{t}$	a – ускорение тела	м/с^2
	v – конечная скорость тела	м/с
	v_0 – начальная скорость тела	м/с
	t – время движения	с
$s = v_0 t + \frac{at^2}{2}$	s – перемещение тела	м
	v_0 – начальная скорость тела	м/с
	a – ускорение тела	м/с^2
	t – время движения	с
$\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m}$	a – ускорение тела	м/с^2
	F – сила	Н
	m – масса тела	кг
$F = G\frac{m_1 m_2}{R^2}$	F – сила	Н
	G – гравитационная постоянная	Н·м^2/кг^2
	m_1 и m_2 – массы тела	кг
	R – расстояние между телами	м

Е. А. Марон

Опорные конспекты и разноуровневые задания

К учебнику для общеобразовательных учебных заведений А. В. Перышкин «Физика. 9 класс»

VICTORY

Санкт-Петербург
2007

УДК 373.167.1:53
ББК 22.3
М28

Автор-составитель:
Е.А. Марон, кандидат пед. наук, учитель физики.
Опорные конспекты и разноуровневые задания. К учебнику для общеобразовательных учебных заведений А.В.Перышкин «Физика. 9 класс». – СПб.: ООО «Виктория плюс», 2007. – 64с.

Частичное изображение художественного оформления пособия А. В. Перышкина «Физика. 9 класс» использовано в качестве иллюстративного материала в данном учебном издании.
Имя автора и название цитируемого издания указаны на титульном листе данной книги.

По вопросам приобретения просьба обращаться:

Заказы по **Санкт-Петербургу** и **России:**
(812) 516-58-11, 516-58-05
E-mail: victory@mailbox.alkor.ru

В **Москве:** Филиал
(495) 488-30-05

А также у нашего представителя – фирмы **«Абрис Д»**:
(495) 615-29-01, 616-23-62, тел./факс: (495) 616-26-75
E-mail: abrisd@textbook.ru

ISBN 978-5-91281-029-9

ООО "Виктория плюс" Санкт-Петербург, Пушкин, Петербургское ш., 13/1
Налоговая льгота – ОКП 005-93-5-953 (Литература учебная)

Подписано в печать 10.09.07.
Формат 84x108 1/32. Тираж 4 000 экз.
Заказ № 99.

© «Виктория плюс», оформление, 2007
© Е. А. Марон, 2007

Отпечатано с диапозитивов в ООО «Первая типография».
195273, Санкт-Петербург, ул. Руставели, д. 13.

Предисловие

Пособие содержит комплект опорных конспектов и разноуровневых заданий, составленных в соответствии с действующим учебником физики и с новым стандартом образования.

Опорные конспекты в виде схематических блоков учебной информации (формул, рисунков, символов и т. д.) охватывают все основные темы курса физики 9 класса и представляют собой целостную структуру. Оптимальный вариант обучения, когда учитель систематически их применяет в своей работе при изложении нового материала, в ходе опроса, в процессе систематизации знаний.

Разноуровневые задания, составленные или взятые из различных источников, подобраны по степени усложнения: простые (задания уровня "А"), средние (задания уровня "В") и повышенной сложности (задания уровня "С"). Учащиеся самостоятельно или с помощью учителя выбирают группу заданий в зависимости от собственной подготовки и способностей. По мере овладения знаниями они могут перейти к решению более сложных заданий.

Внутри каждого уровня задания выделяются в блоки (в тексте пособия они отделены друг от друга чертой). За один урок, включая домашнее задание, учащиеся должны научиться решать задания из одного блока (5–6 задач), одно - два из которых учитель письменно проверяет на уроке.

Пособие предназначено для 9 класса общеобразовательных учебных заведений и может быть использовано при повторении пройденного материала.

Принятые условные обозначения:

§1 – см. параграф учебника, соответствующий данному конспекту: А. В. Перышкин, Е. М. Гутник Физика. 9 кл.: Учебник для общеобразовательных учебных заведений. – М.: Дрофа, 2005.

Конспекты и задачи могут быть использованы также при работе с другими учебниками по физике.

Автор-составитель:

Е. А. Марон, кандидат пед. наук, учитель физики.

(OK–9.1)

МАТЕРИАЛЬНАЯ ТОЧКА. СИСТЕМА ОТСЧЕТА

§1

Основная задача механики

определение положения (координаты) тела в пространстве ***относительно*** *других тел в любой момент времени*

Механическое движение

изменение положения (координаты) тела в пространстве ***относительно*** *других тел, происходящее с течением времени*

Материальная точка

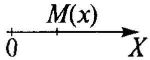
тело, размерами которого в условиях рассматриваемой задачи можно пренебречь

Поступательное движение

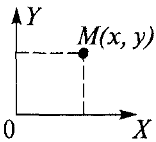
движение, при котором все точки тела в любой момент времени движутся одинаково

Системы координат – с.к.

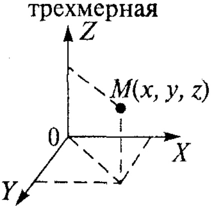
одномерная



двухмерная



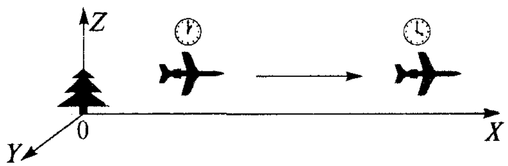
трехмерная



Тело отсчета – т.о.

тело, относительно которого рассматривается изменение положения других тел в пространстве

Система отсчета – с.о. = с.к. + т.о. + часы



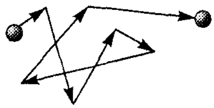
(ОК–9.2) ОПРЕДЕЛЕНИЕ КООРДИНАТЫ ТЕЛА

§2,3

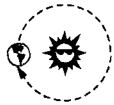
Траектория движения

линия, вдоль которой движется тело

молекула газа



Земля вокруг Солнца

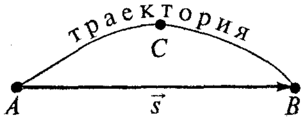


Пройденный путь (s) СИ: **1 м** (***метр***)

длина траектории, по которой движется тело в течение некоторого промежутка времени

Перемещение тела

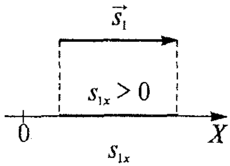
вектор, соединяющий начальное положение тела с его последующим положением



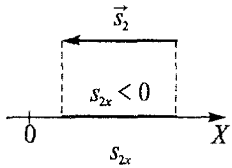
ACB – пройденный путь
(*скаляр* – только величина)

$\vec{s}$ – перемещение
(*вектор* – величина и направление)

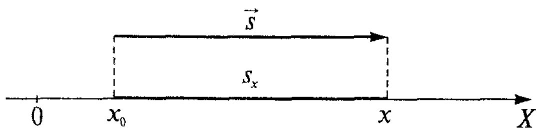
Проекции вектора на координатные оси



проекция вектора $\vec{s}_1$ на ось X



проекция вектора $\vec{s}_2$ на ось X



Уравнение координат

$$x = x_0 + s_x$$

x_0 – начальная координата тела

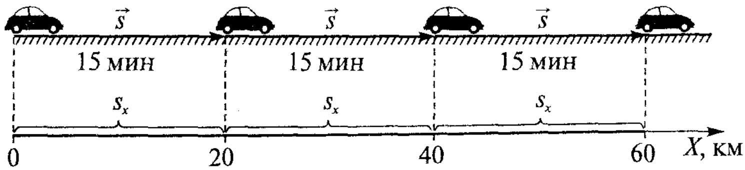
x – конечная координата тела

(ОК–9.3)

ПРЯМОЛИНЕЙНОЕ РАВНОМЕРНОЕ ДВИЖЕНИЕ

§4

движение, при котором тело, движущееся по прямолинейной траектории, за любые равные промежутки времени совершает одинаковые перемещения



Скорость (v)

при прямолинейном равномерном движении показывает, какое перемещение совершает тело в единицу времени
(характеризует быстроту движения)

$$\text{СКОРОСТЬ} = \frac{\text{ПЕРЕМЕЩЕНИЕ}}{\text{ВРЕМЯ}}$$

СИ: **1 м/с** (*метр в секунду*)
ВНЕ: 1 км/ч
1 км/с
36 км/ч = 10 м/с

$$\vec{v} = \frac{\vec{s}}{t}$$

$\vec{v} = const$ – *при прямолинейном равномерном движении*



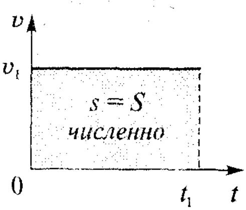
$\vec{v}$ вектор – направление движения
– числовое значение (модуль)

$\vec{s} = \vec{v}t$

$s_x = v_x t$

$$x = x_0 + v_x t$$

График скорости

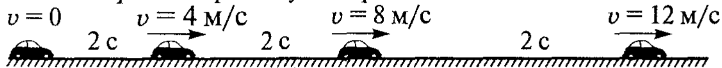


$s = v_1 t_1$ – модуль перемещения тела за t_1
$S = v_1 t_1$ – площадь прямоугольника

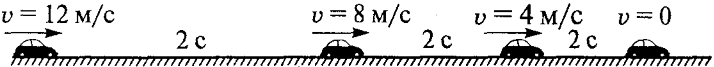
ОК–9.4 **§5-8**

ПРЯМОЛИНЕЙНОЕ РАВНОУСКОРЕННОЕ ДВИЖЕНИЕ

движение, при котором скорость тела за любые равные промежутки времени изменяется одинаково



каждые 2 с $\upsilon\uparrow$ на 4 м/с – **р/у движение**



каждые 2 с $\upsilon\downarrow$ на 4 м/с – **р/з движение**

Мгновенная скорость

υ тела в данной точке траектории в данный момент времени

Ускорение

показывает, на сколько изменяется υ тела за 1 с р/у движения

$$\text{УСКОРЕНИЕ} = \frac{\text{ИЗМЕНЕНИЕ СКОРОСТИ}}{\text{ВРЕМЯ}}$$

$\vec{a}$ – вектор
– числовое значение
– направление

$$\vec{a} = \frac{\vec{v} - \vec{v}_0}{t}$$

a – ускорение
υ – конечная скорость
υ_0 – начальная скорость

СИ: **1 м/с²** (*метр в секунду за секунду*)

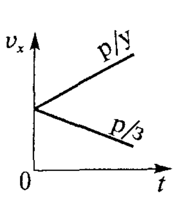
ускорение, при котором за 1 с скорость тела изменяется на 1 м/с

Направление ускорения

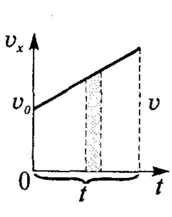


$$a_x = \frac{v_x - v_{0x}}{t} \rightarrow \boxed{v_x = v_{0x} + a_x t}$$ – **уравнение скорости**

График скорости



Перемещение при р/у движении



$$s_x = \upsilon_{0x} t + \frac{a_x t^2}{2}$$

уравнение перемещения

(ОК–9.5) ПЕРВЫЙ ЗАКОН НЬЮТОНА

§10

Аристотель:

– нет внешнего воздействия → $v = 0$

– $v = \text{const}$ → непрерывное внешнее воздействие

Галилео Галилей (XVII в.):

– нет внешнего воздействия → $v = 0$ или $v = \text{const}$

Исаак Ньютон (конец XVII в.) – ***закон инерции***

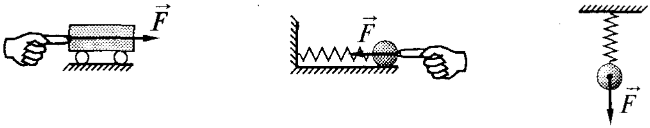
Первый закон Ньютона: ***Существуют такие системы отсчета, относительно которых тела сохраняют свою скорость неизменной, если на них не действуют другие тела.***

Инерциальные с.о. (ИСО) – выполняется закон инерции. (гелиоцентрическая с.о.)

Неинерциальные с.о. (неИСО)– не выполняется закон инерции. неИСО, движущиеся с ускорением относительно ИСО

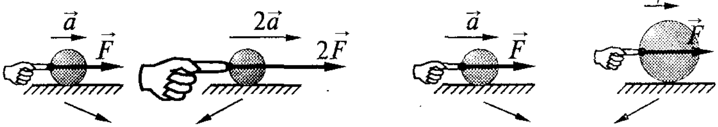
(ОК–9.6) ВТОРОЙ ЗАКОН НЬЮТОНА

§11



Сила (F) – причина возникновения ускорения (a)!

Из опыта:



$a \sim F$ ($m = \text{const}$) $a \sim 1/m$ ($F = \text{const}$)

$$\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m}$$ ***второй закон Ньютона***

Ускорение тела прямо пропорционально равнодействующей сил, приложенных к телу, и обратно пропорционально его массе.

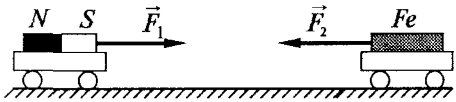
СИ: $[F] = [1\ \text{Н}] = [1\ \text{кг} \cdot 1\ \text{м/с}^2]$

1 Н – сила, которая телу $m = 1$ кг сообщает $a = 1$ м/с² в направлении действия силы.

ОК–9.7

ТРЕТИЙ ЗАКОН НЬЮТОНА

§12



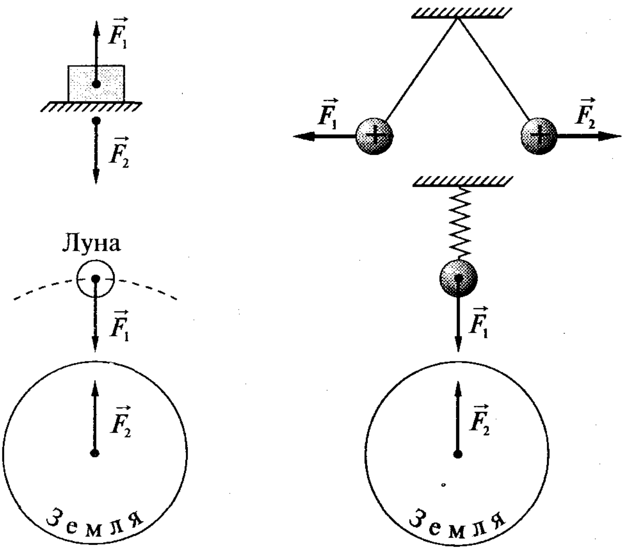
$$\vec{F}_1 = -\vec{F}_2$$ ***третий закон Ньютона***

Силы, с которыми два тела действуют друг на друга, равны по модулю и противоположны по направлению.

Силы взаимодействия всегда:

– равны по модулю
– противоположны по направлению
– действуют вдоль одной прямой
– одной природы
– приложены к разным телам → не уравновешивают друг друга

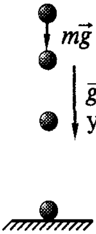
Примеры проявления:



(ОК–9.8) СВОБОДНОЕ ПАДЕНИЕ ТЕЛ

§13 §14

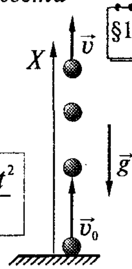
движение тел под действием силы тяжести



$\vec{g} \approx 9{,}8$ м/с²
ускорение свободного падения

$$v_x = v_{0x} + g_x t$$

$$s_x = v_{0x}t + \frac{g_x t^2}{2}$$

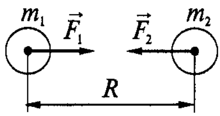


(ОК–9.9) ЗАКОН ВСЕМИРНОГО ТЯГОТЕНИЯ

§15

два любых тела притягиваются друг к другу с силой, прямо пропорциональной массе каждого из них и обратно пропорциональной квадрату расстояния между ними

(И. Ньютон – 1667 г.)



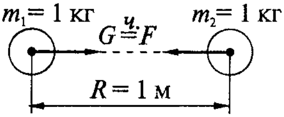
$$F = G\frac{m_1 m_2}{R^2}$$

Применим для:
- материальных точек
- шаров
- шара большого R и тела

$$G = 6{,}67 \cdot 10^{-11}\ \frac{\text{Н}\cdot\text{м}^2}{\text{кг}^2}$$

гравитационная постоянная

Физический смысл



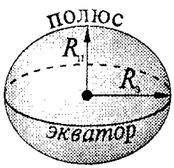
$F_{тяж} = mg$

$F_{тяж} = G\frac{M_З m}{R_З^2}$

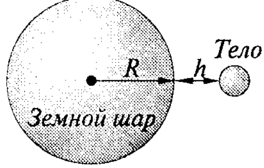
$$g = G\frac{M_З}{R_З^2} \longrightarrow g_h = G\frac{M_З}{(R_З + h)^2}$$

§16

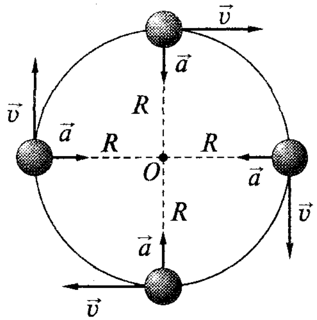
$h\uparrow \rightarrow g\downarrow$



$g_э \approx 9{,}78$ м/с²
$g_п \approx 9{,}83$ м/с²
$(R_э > R_п)$



(ОК–9.10) КРИВОЛИНЕЙНОЕ ДВИЖЕНИЕ §19



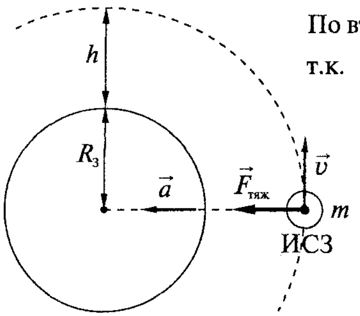
$\vec{v} \uparrow\uparrow$ касательной к траектории

$$\boxed{a = \frac{v^2}{R}} \qquad \begin{matrix} \vec{a} \uparrow\uparrow R \\ \vec{a} \perp \vec{v} \end{matrix}$$

a – ***центростремительное ускорение***

R – радиус окружности

(ОК–9.11) ИСКУССТВЕННЫЕ СПУТНИКИ ЗЕМЛИ (ИСЗ) §20



По второму закону Ньютона: $ma = F_{тяж}$

т.к. $a = \dfrac{v^2}{R_з + h}$ $\qquad F_{тяж} = G\dfrac{M_з m}{(R_з + h)^2}$

$$\frac{mv^2}{R_з + h} = G\frac{M_з m}{(R_з + h)^2}$$

$$\boxed{v = \sqrt{\frac{GM_з}{R_з + h}}}$$

Если $h \to 0$, то $v = \sqrt{\dfrac{GM_з}{R_з}}$

$v_1 \approx 8$ км/с

Первая космическая скорость (круговая) – *скорость, которую необходимо сообщить телу у поверхности планеты, чтобы оно стало ее спутником, движущимся по круговой орбите.*

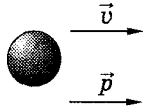
Вторая космическая скорость (11,2 км/с) – тело преодолевает притяжение Земли и уходит в космическое пространство.

(ОК–9.12)

ЗАКОН СОХРАНЕНИЯ ИМПУЛЬСА

§21 §22 §23

$\boxed{\vec{p} = m\vec{v}}$ $\vec{p}\uparrow\uparrow\vec{v}$



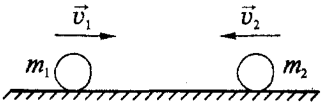
СИ: $[p]$=[1 кг · м/с]

***p* — импульс тела**

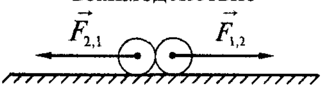
ЗАКОН СОХРАНЕНИЯ ИМПУЛЬСА

векторная сумма импульсов тел, составляющих замкнутую систему, не меняется с течением времени при любых движениях и взаимодействиях этих тел.

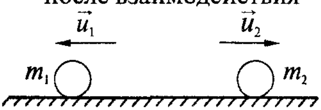
до взаимодействия



взаимодействие



после взаимодействия



по третьему закону Ньютона:

$$\vec{F}_{1,2} = -\vec{F}_{2,1}$$

по второму закону Ньютона:

$$m_1\vec{a}_1 = -m_2\vec{a}_2$$

$$\vec{a}_1 = \frac{\vec{u}_1 - \vec{v}_1}{t} \qquad \vec{a}_2 = \frac{\vec{u}_2 - \vec{v}_2}{t}$$

$$m_1\frac{\vec{u}_1 - \vec{v}_1}{t} = -m_2\frac{\vec{u}_2 - \vec{v}_2}{t}$$

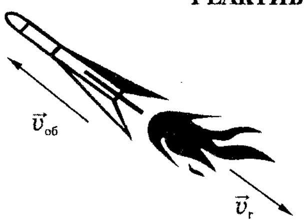
$$m_1\vec{u}_1 - m_1\vec{v}_1 = -m_2\vec{u}_2 + m_2\vec{v}_2$$

$$\boxed{m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2 = m_1\vec{u}_1 + m_2\vec{u}_2}$$

$$\boxed{\Sigma m\vec{v}_{\text{до}} = \Sigma m\vec{u}_{\text{после}}}$$

закон сохранения импульса

РЕАКТИВНОЕ ДВИЖЕНИЕ



$m_{\text{р}} = m_{\text{об}} + m_{\text{г}}$

в момент старта: $p = 0$

$0 = m_{\text{об}}\vec{v}_{\text{об}} + m_{\text{г}}\vec{v}_{\text{г}}$

$\vec{v}_{\text{об}} = -\dfrac{m_{\text{г}}}{m_{\text{об}}}\vec{v}_{\text{г}}$

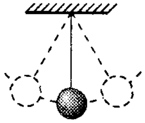
ракеты, реактивные самолеты

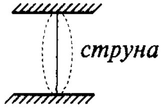
К. Э. Циолковский, С. П. Королев (ИСЗ – 1957 г.)
Ю. Гагарин (12 апреля 1961 г.)

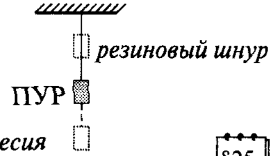
(ОК–9.13) МЕХАНИЧЕСКИЕ КОЛЕБАНИЯ

§24

движения, повторяющиеся через определенный промежуток времени







ПУР — *положение устойчивого равновесия*

§25

СВОБОДНЫЕ КОЛЕБАНИЯ –

колебания, происходящие только благодаря нач. запасу энергии.

КОЛЕБАТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА –

система тел, которая способна совершать свободные колебания.

Общие свойства свободных колебаний:

§25

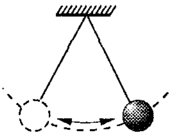
– возникновение $F_{рез.} \to$ ПУР

– $F_{тр} \to 0$

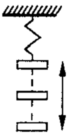
МАЯТНИК –

твердое тело, совершающее под действием приложенных сил колебания около неподвижной точки или вокруг оси.

нитяной



пружинный



ВЕЛИЧИНЫ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИЕ КОЛЕБАТЕЛЬНОЕ ДВИЖЕНИЕ:

Амплитуда колебаний (A) — *наибольшее по модулю отклонение колеблющегося тела от ПУР.* $[A] = [м]$

§26

Период колебаний (T) — *промежуток времени, в течение которого тело совершает одно полное колебание.* $[T] = [с]$

Частота колебаний (ν) — число колебаний в единицу времени.

$[\nu] = [Гц]$

$$T = \frac{1}{\nu}$$

Фаза колебаний

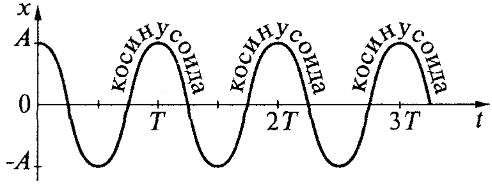


в одинаковых фазах — в противоположных фазах

ОК–9.14 ГАРМОНИЧЕСКИЕ КОЛЕБАНИЯ

§27

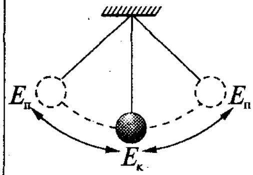
колебания, которые происходят под действием силы, пропорциональной смещению колеблющейся точки и направленной противоположно этому смещению.



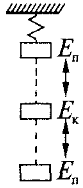
Периодические изменения во времени физической величины, происходящие по закону синуса ($y = \sin x$) или косинуса ($y = \cos x$), называются ***гармоническими колебаниями.***

ОК–9.15 ПРЕВРАЩЕНИЕ ЭНЕРГИИ ПРИ КОЛЕБАТЕЛЬНОМ ДВИЖЕНИИ

§28



Если потери энергии → 0, то
$E = E_к + E_п = \text{const}$
E – первоначальный запас потенциальной энергии колебательной системы.



РЕАЛЬНО потери энергии есть всегда!
(сопротивление воздуха, трение)

КОЛЕБАНИЯ ЗАТУХАЮЩИЕ
(свободные)
чем $F_{сопр}\uparrow \rightarrow A\downarrow$ быстрее

ВЫНУЖДЕННЫЕ КОЛЕБАНИЯ

§29

незатухающие колебания, совершаемые телом под действием внешней периодически изменяющейся силы.

($\nu_{вын} = \nu_{внешн.\ силы}$)

РЕЗОНАНС

§30

резкое возрастание амплитуды вынужденных колебаний при $\nu_{вын} = \nu_0$ (собственная частота)

польза
небольшой силой
большой размах
(колокол)

вред
разрушение мостов
вибрация фундаментов,
станков, крыльев самолетов

ОК–9.16

ВОЛНЫ

§31

возмущения, распространяющиеся в пространстве, удаляясь от места их возникновения.

УПРУГИЕ ВОЛНЫ –

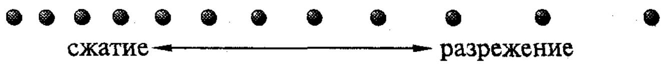
механические возмущения, распространяющиеся в упругой среде.

§32

ПРОДОЛЬНЫЕ ВОЛНЫ –

волны, в которых колебания происходят вдоль направления распространения волны.

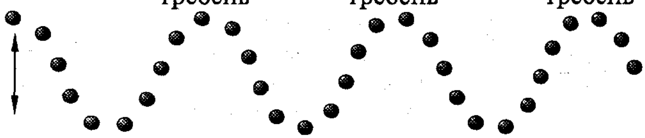
(в газах, жидкостях и тв. телах – сжатие и разрежение)



ПОПЕРЕЧНЫЕ ВОЛНЫ –

волны, в которых колебания происходят перпендикулярно направлению распространения волны.

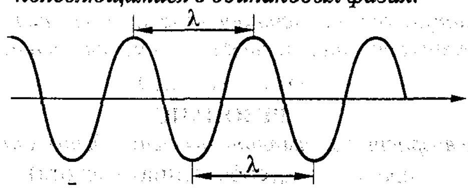
(только в тв. телах – сдвиг)



ДЛИНА ВОЛНЫ (λ) –

§33

расстояние между ближайшими друг к другу точками, колеблющимися в одинаковых фазах.



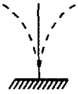
$$\lambda = \upsilon T$$
$$\upsilon = \lambda \nu$$

$\upsilon_в$ – скорость волны

(ОК–9.17)

ЗВУКОВЫЕ ВОЛНЫ

§34–§42

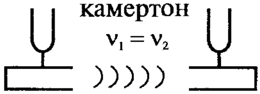


Источник звука –
колеблющееся тело (20 Гц < ν < 20 000 Гц)
инфразвук (ν < 20 Гц) **ультразвук** (ν > 20 000 Гц)

Характеристики звука:

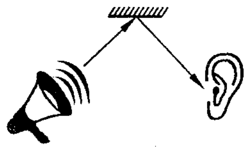
Высота звука зависит от частоты (ν) колебаний основного тона
Громкость звука зависит от амплитуды (*A*) колебаний
Уровень громкости: листание газеты – 20 дБ,
звук будильника – 80 дБ, двигатель самолета – 130 дБ.
Звук распространяется во всех упругих телах (тв., ж., г.),
не распространяется в вакууме
$\upsilon_{зв.}$ зависит от свойств среды, в которой распространяется звук
(в воздухе ≈ 340 м/с, в воде ≈ 1483 м/с, в стекле ≈ 5500 м/с)

ЗВУКОВОЙ РЕЗОНАНС



резонаторы
усиливают звук, придают тембр
(корпуса муз. инструментов,
гортань, полость рта)

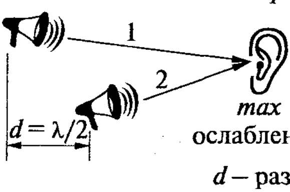
ОТРАЖЕНИЕ ЗВУКА. ЭХО

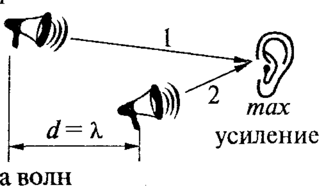


ИНТЕРФЕРЕНЦИЯ ЗВУКА –

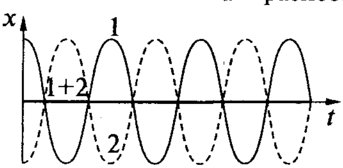
явление сложения в пространстве волн, при котором образуется постоянное во времени распределение амплитуд результирующих колебаний.

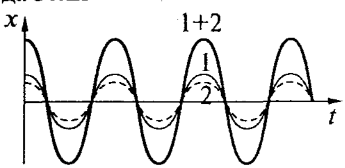
Когерентные волны – *источники волн колеблются с одной и той же частотой и постоянной разностью фаз.*





d – разность хода волн



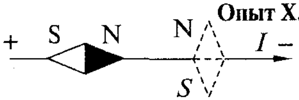


(ОК–9.18)

МАГНИТНОЕ ПОЛЕ

§43

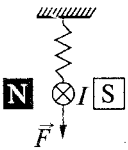
Опыт Х. Эрстеда (1820 г.)



I – *магнитное поле существует вокруг всякого электрического тока*

ИНДУКЦИЯ МАГНИТНОГО ПОЛЯ ($\vec{B}$)

§53



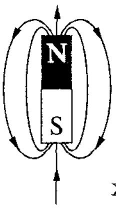
$B = \frac{F}{Il} = \text{const}$ $\vec{B}\uparrow\uparrow$ N/S $[B] = 1\ \frac{\text{Н}}{\text{А·м}} = 1$ Тл
Тесла

$\vec{B}$ – вектор магнитной индукции

ЛИНИИ ИНДУКЦИИ МАГНИТНОГО ПОЛЯ (ЛМИ)

§44 §45

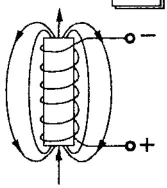
линии, касательные к которым в каждой точке поля совпадают с направлением вектора магнитной индукции.



ЛМИ гуще, где МП сильнее

неоднородное магнитное поле

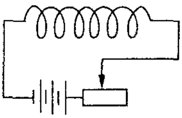
правило буравчика
(правило правого винта)
жало ↑↑ I → вращ. ручки ↑↑ ЛМИ

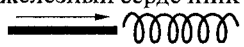


соленоид

МАГНИТНОЕ ПОЛЕ КАТУШКИ С ТОКОМ

§46



1. ↑I
2. ↑n витков 
3. железный сердечник 

→ действие магн. поля↑

ЭЛЕКТРОМАГНИТ

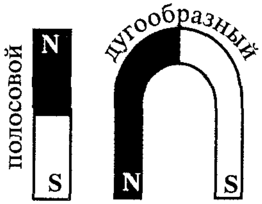
(соленоид + Fe сердечник)

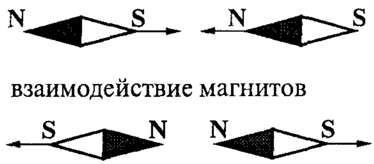
→ Электр. звонок
→ Подъемный кран
→ Электромагн. реле
→ Магн. сепаратор
→ Телеграф

(ОК–9.19) ПОСТОЯННЫЕ МАГНИТЫ

§47

Гипотеза молекулярных токов (А. М. Ампера)





магнитные полюсы
S – южный N – северный

магнитное поле

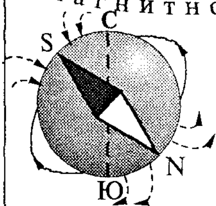
N | **естественные** магнитный железняк | *S*

магнитное поле

магнитное поле

N | **искусственные** *Fe*, *Ni*, *Co* | *S*

магнитное поле



МАГНИТНОЕ ПОЛЕ ЗЕМЛИ

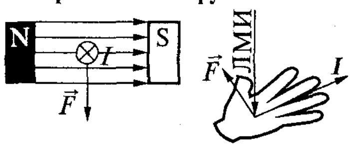
§48

магнитные аномалии
магнитные бури
МП ЗЕМЛИ защищает от космического излучения

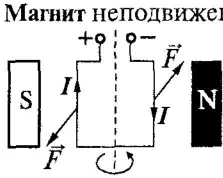
(ОК–9.20) ДЕЙСТВИЕ МАГНИТНОГО ПОЛЯ НА ПРОВОДНИК С ТОКОМ

§50
§51

Правило левой руки



Вращение рамки с током в МП
Магнит неподвижен



Якорь вращается

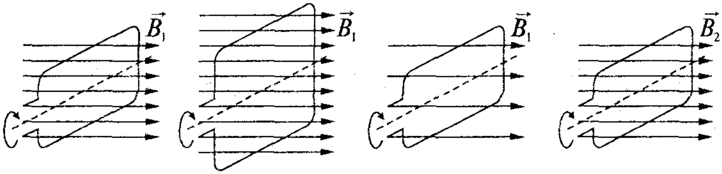
Электродвигатель постоянного тока

§52

Б. С. Якоби (рус.) 30-е гг. XIX в.
КПД ≈ 98%
(трамвай, троллейбус, электровоз)

(ОК–9.21) МАГНИТНЫЙ ПОТОК §54

Ф – магнитный поток

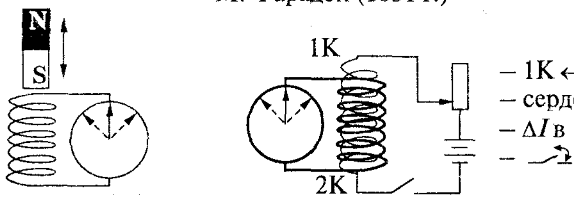


$$S_1 < S_2 \rightarrow \Phi_1 < \Phi_2 \rightarrow \Phi \sim B \cdot S \leftarrow \Phi_1 < \Phi_2 \leftarrow B_1 < B_2$$

(ОК–9.22) ЯВЛЕНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ИНДУКЦИИ §55

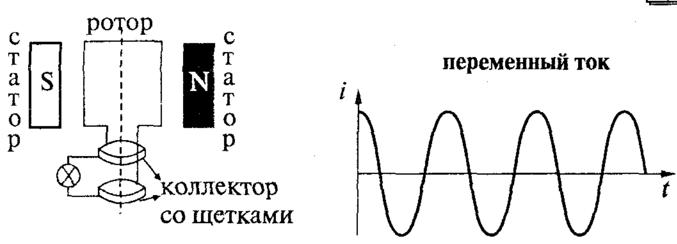
при всяком изменении Ф, пронизывающего контур замкнутого проводника, в этом проводнике возникает электрический ток.

М. Фарадей (1831 г.)



– 1К ↔ 2К
– сердечник ↕
– ΔI в 1К
–

(ОК–9.23) ИНДУКЦИОННЫЙ ГЕНЕРАТОР §56



ν = 50 Гц

(ОК–9.24) ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЕ ПОЛЕ

§57

теория Дж. Максвелла (англ.) 1864 г.

~ магн. поле → ~ электр. поле (вихревое) → ~ магн. поле

~ магн. поле + ~ электр. поле (вихревое) = электромагн. поле

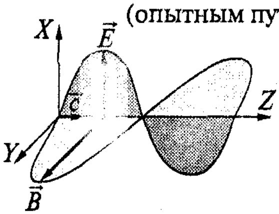
источник электромагн. поля – q, движущийся с ускорением

(ОК–9.25) ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ВОЛНЫ

§58

система порождающих друг друга и распространяющихся в пространстве переменных электрического и магнитного полей.

(опытным путем свойства: Г. Герц – 1888 г.)



$\vec{E}$ – напряженность электр. поля

$\vec{B}$ – вектор индукции магн. поля

$c = 300\,000$ км/с скорость света

$\lambda = cT = \frac{c}{\nu}$

Электромагнитные волны возникают при ускоренном движении электрических зарядов.

Для создания интенсивной э/м волны

↓

колебания $\vec{E}$ и $\vec{B}$ с высокой ν (10^6 Гц)

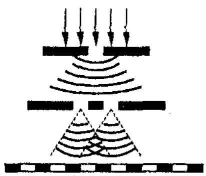
Шкала электромагнитных волн

Радиоволны	Инфракр. излучение	Видимое излучение	Ультрафиол. излучение	Рентгеновское излучение	Гамма-излучение	ν, Гц →

(ОК–9.26) ИНТЕРФЕРЕНЦИЯ СВЕТА

§59

Опыт Т. Юнга (1802 г.)



интерференционная картина

При наложении двух когерентных волн образуется *интерференционная картина* (чередование темных и светлых полос)

Свет – *частный случай электромагнитных волн*

OK–9.27

СТРОЕНИЕ АТОМА

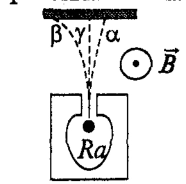
§61

Явление радиоактивности

самопроизвольное излучение веществом α-, β- и γ-частиц

Открытие – А. Беккерель (1896 г.)

Опыт Э. Резерфорда (1899 г.):



α-частица – ионизированный атом *He*

β-частица – электрон

γ-частица – э/м волны

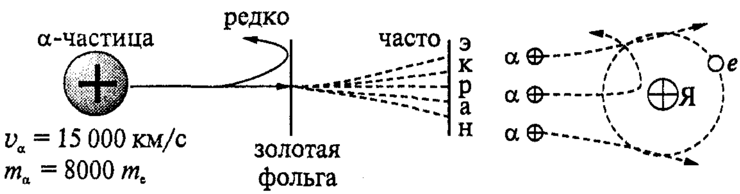
Опыт Резерфорда

§62

Модель строения атома

Дж. Дж. Томсон (1903 г.) – "пирог с изюмом"

Опыт Резерфорда по рассеиванию α-частиц:



v_α = 15 000 км/с

$m_\alpha = 8000\, m_e$

Выводы Резерфорда (модель атома):

Атом = Ядро + Электроны

$d_я \sim 10^{-14}–10^{-15}$ м; $m_я \approx m_а$; $q_я = Ze$

Радиоактивные превращения атомных ядер

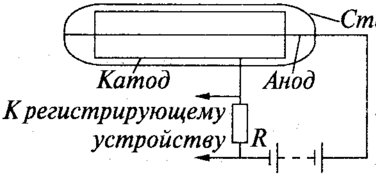
§63

1903 г. Э. Резерфорд и Ф. Содди

$^{226}_{88}Ra \rightarrow\ ^{222}_{86}Ra +\ ^{4}_{2}He$

(ОК–9.28) **ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ЧАСТИЦ** §64

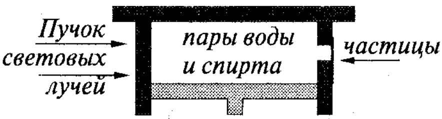
Счетчик Гейгера (1908 г.)



Принцип действия: *ударная ионизация*

Регистрирует: *электроны и γ-кванты*

Камера Вильсона (1912 г.)



Пузырьковая камера (1952 г.) (перегретая жидкость)

Поршень↓ → p↓ → t↓ → пар пересыщенный

Ионы – центры → вдоль пути частицы → след (трек)

(ОК–9.29) **СТРОЕНИЕ ЯДРА** §65 §66

Открытие протона

Резерфорд (1919 г.): $^{14}_{7}N + ^{4}_{2}He \rightarrow ^{17}_{8}O + ^{1}_{1}H$ $^{1}_{1}H = ^{1}_{1}p$ – протон

$m_p = 1{,}0072765$ а. е. м.

Открытие нейтрона

Дж. Чэдвик (1932 г.): $^{9}_{4}Be + ^{4}_{2}He \rightarrow ^{12}_{6}C + ^{1}_{0}n$ $^{1}_{0}n$ – нейтроны

$m_n = 1{,}0086649$ а. е. м.

Состав атомного ядра §67

Д. Иваненко, В. Гейзенберг (1932 г.) → **Ядро = Нуклоны = Протоны + Нейтроны**

$A = Z + N$ $\quad ^{A}_{Z}X$

- A – массовое число
- Z – зарядовое число (число p в ядре, № в табл. Менделеева)
- N – кол-во нейтронов

Протоны ← **Ядерные силы** → Нейтроны §70

короткодействующие

(в 100 раз > Fэлектр.)

Изотопы §68

разновидности данного хим. элемента, различающиеся по массе атомных ядер

$^{1}_{1}H$ – протий (1 – p, 0 – n)

$^{2}_{1}H$ – дейтерий (1 – p, 1 – n)

$^{3}_{1}H$ – тритий (1 – p, 2 – n)

ОК–9.30 АЛЬФА- И БЕТА-РАСПАД §69

Правило смещения

К. Фаянс (амер.) и Ф. Содди (англ.) 1913 г.

для α-распада: $^{A}_{Z}X \rightarrow ^{A-4}_{Z-2}Y + ^{4}_{2}He$

для β-распада: $^{A}_{Z}X \rightarrow ^{A}_{Z+1}Y + ^{0}_{-1}e + ^{0}_{0}\tilde{\nu}$ $\tilde{\nu}$ – антинейтрино

ОК–9.31 ЭНЕРГИЯ СВЯЗИ §71

энергия, которая выделяется при образовании ядра из свободных нуклонов.

А. Эйнштейн (1905 г.): $E_0 = mc^2 \rightarrow \Delta E_0 = \Delta mc^2$ – ***энергия связи ядра***

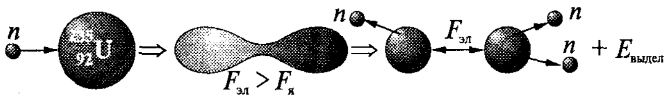
т.к. $M_я < Zm_p + Nm_n \rightarrow \Delta m = (Zm_p + Nm_n) - M_я$ – ***дефект массы***

$M_я$ – масса ядра, Z – число p в ядре, N – число n в ядре

ОК–9.32 ДЕЛЕНИЕ ЯДЕР УРАНА §72

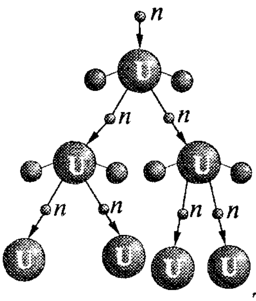
Открытие: О. Ган, Ф Штрассман (нем.) 1939 г.

Механизм



E (делении 1 г U) = E (сгорании 2,5 т нефти)

Цепная реакция



Условия цепной реакции:
– ядерное горючее
– коэфф. размножения n
(k<1 – затухает, k>1 – взрыв,
k=1 – спокойное течение)
– критическая масса (для U-235 – 50 кг)
применение замедлителей n
(графит, вода, тяжелая вода) и отраж. оболочки (Be) ↓ крит. массу до 0,8 кг

Термоядерная реакция §78

$^{2}_{1}H + ^{3}_{1}H \rightarrow ^{4}_{2}He + ^{1}_{0}n$

Необходима высокая t для преодоления $F_{отт}$

Неуправляемая термоядерная реакция – **водородная бомба**

Управляемая термоядерная реакция – **проблема!**

(ОК–9.33) **ЯДЕРНЫЙ РЕАКТОР** §74 §75

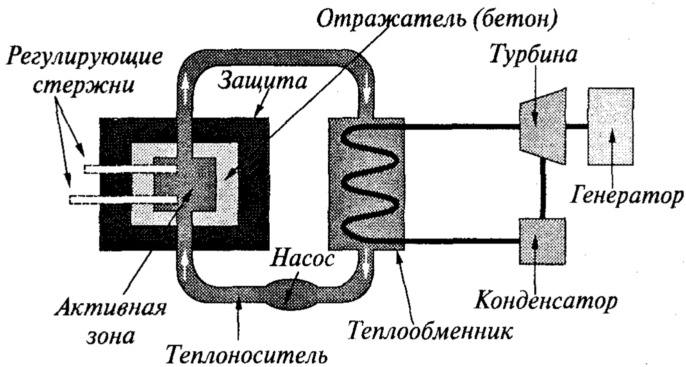
устройство для осуществления управляемой ядерной реакции.

1942 г. – первый ядерный реактор (США – Э. Ферми)
1946 г. – первый европейский реактор (СССР – И. В. Курчатов)
1954 г. – СССР (г. Обнинск) первая в мире АЭС (5 МВт)

Управление – *регулирование скорости размножения свободных нейтронов в уране* ($k = 1$).

Ядерное горючее – U-235 (природный U обогащают)

Ядерный реактор на медленных нейтронах



$E_{внутр}$ (ядер U) → $E_к$ (n и осколков ядер) → $E_{внутр}$ (H_2O) →
→ $E_{внутр}$ (пара) → $E_к$ (пара) → $E_к$ (ротора турбины и генератора) →
→ электрическая энергия

Биологическое действие радиации §76

Поглощенная доза излучения (D) – *энергия ионизирующего излучения, поглощенная облучаемым веществом и рассчитанная на единицу массы.*

$$D = \frac{E}{m}$$ СИ: [D] = 1 Гр (Грэй)
100 Гр = 1 Р (рентген)

Коэффициент качества (K) – *во сколько раз радиационная опасность от воздействия на живой организм данного вида излучения больше, чем от воздействия γ-излучения (при одинаковых D).*

Эквивалентная доза $H = D \cdot K$ СИ: [H] = 1 Зв (Зиверт)

Разноуровневые задания

РЗ–9.1. Прямолинейное равномерное движение. Относительность движения

Задания уровня "А"

1. Велосипедист, двигаясь равномерно, проезжает 20 м за 2 с. Какой путь он проедет при движении с той же скоростью за 10 с?

2. Мяч с высоты 1 м над поверхностью Земли был подброшен вертикально вверх еще на 2 м и упал на Землю. Найдите путь и перемещение мяча.

3. В момент времени $t_1 = 1$ с тело находилось в точке пространства с координатами $x_2 = -2$ м; $y_1 = 2$ м. К моменту времени $t_2 = 3$ с тело переместилось в точку с координатами $x_2 = 3$ м, $y_2 = -3$ м. Найти время движения тела. Чему равна проекция перемещения на ось X? на ось Y? Чему равен модуль перемещения тела?

4. Автомобиль, двигаясь равномерно, проехал 50 м за 2 с. Какой путь он проедет за 20 с, двигаясь с той же скоростью?

5. Один автомобиль, двигаясь равномерно со скоростью 12 м/с, в течение 10 с проехал такое же расстояние, что и другой за 15 с. Какова скорость второго автомобиля?

---

6. Скорость велосипедиста равна 10 м/с, а скорость встречного ветра – 4 м/с. Какова скорость ветра относительно велосипедиста? Какой была бы скорость ветра относительно него, если бы ветер был попутный?

7. Скорость течения реки 4 км/ч. Моторная лодка идет по течению со скоростью 15 км/ч (относительно воды). С какой скоростью она будет двигаться против течения (относительно берега), если ее скорость относительно воды не изменится?

8. Автоколонна длиной 400 м движется по мосту равномерно со скоростью 36 км/ч. За какое время колонна пройдет мост, если длина моста 500 м?

9. Скорость движения теплохода вниз по реке 21 км/ч, а вверх – 17 км/ч. Определите скорость течения воды в реке и собственную скорость теплохода.

10. Дождевая капля падает вертикально вниз с постоянной скоростью 3 м/с. Какова скорость капли относительно наблюдателя в вагоне поезда, движущегося прямолинейно по горизонтальному пути со скоростью 4 м/с.

---

11. Сколько времени пассажир, сидящий у окна поезда, который идет со скоростью 36 км/ч, будет видеть проходящий мимо него встречный поезд, скорость которого 54 км/ч, если длина поезда равна 250 м?

12. Из двух населенных пунктов, находящихся на расстоянии 5 км, одновременно в одну сторону начинают двигаться автомобиль и мотоцикл. Скорость автомобиля 30 км/ч, а мотоцикла – 20 км/ч. Через какое время автомобиль догонит мотоцикл?

13. Определите скорость течения воды в Волге на участке, где скорость грузового теплохода по течению равна 600 км/сут, а против течения – 336 км/сут.

14. Расстояние между городами равно 280 км. Из этих городов начали одновременно двигаться навстречу друг другу два автомобиля – первый со скоростью 90 км/ч, второй со скоростью 72 км/ч. Через какое время автомобили встретятся?

15. Гребец переправляется на лодке через реку шириной 400 м, удерживая все время лодку перпендикулярно берегам. Скорость лодки относительно воды 6 км/ч, скорость течения 3 км/ч. Сколько времени займет переправа?

Задания уровня "B"

1. Шар-пилот поднялся на высоту h = 800 м и при этом был отнесен ветром в горизонтальном направлении на расстояние s = 600 м. Найдите перемещение и путь, пройденный шаром, считая его движение равномерным и прямолинейным.

2. По двум параллельным путям равномерно движутся два поезда: товарный, длина которого равна 630 м со скоростью 48 км/ч, и пассажирский длиной 120 м со скоростью 102 км/ч. Какова относительная скорость движения поездов, если они движутся: а) в одном направлении; б) в противоположных направлениях? В течение какого времени один поезд проходит мимо другого?

3. Два поезда идут навстречу друг другу со скоростями 36 км/ч и 54 км/ч. Пассажир в первом поезде замечает, что второй поезд проходит мимо него за t = 6 с. Какова длина второго поезда?

4. Катер движется вверх по течению реки со скоростью 11 км/ч относительно берега. Скорость течения реки 2 км/ч. С какой скоростью будет двигаться катер вниз по течению реки относительно берега, если его скорость относительно воды не изменится?

5. Поезд движется на север со скоростью v = 20 м/с. Пассажиру вертолета, пролетающего над поездом, кажется, что поезд движется на запад со скоростью v = 20 м/с. Определите скорость вертолета.

---

6. По двум параллельным железнодорожным путям равномерно едут два поезда: грузовой длиной 860 м со скоростью 54 км/ч и пассажирский длиной 180 м со скоростью 90 км/ч. В течение какого времени один поезд проходит мимо другого?

7. Две автомашины движутся по дороге с постоянными скоростями 15 м/с и 10 м/с. Начальное расстояние между ними равно 500 м. Рассчитайте время, за которое первая автомашина догонит вторую.

8. Лодке необходимо проплыть 240 м туда и обратно один раз по реке, а другой раз по озеру. Скорость течения реки 1 м/с, а лодки относительно воды 5 м/с. На сколько больше времени займет движение лодки по реке, чем по озеру?

9. Из двух городов, расстояние между которыми равно 450 км, движутся равномерно навстречу друг другу по прямой дороге мотоцикл и автомобиль со скоростями соответственно 18 и 72 км/ч. Через сколько времени они встретятся?

10. Два спортсмена бегают по гаревой дорожке стадиона длиной $l = 400$ м. Первый спортсмен пробегает круг за $t_1 = 50$ с, а второй – за $t_2 = 60$ с. Сколько раз они встретятся при забеге на дистанцию 4 км, если стартуют одновременно и бегут в одну сторону?

Задания уровня "С"

1. Расстояние от пункта *A* до пункта *B* катер проходит за 3 ч, обратный путь занимает у катера 6 ч. Какое время потребуется катеру, чтобы пройти расстояние от *A* до *B* при выключенном моторе? Скорость катера относительно воды постоянна.

2. Два человека одновременно вступают на эскалатор с противоположных сторон и движутся навстречу друг другу с одинаковыми скоростями относительно эскалатора равными 2 м/с. На каком расстоянии от входа на эскалатор они встретятся? Длина эскалатора $l = 100$ м, его скорость – 1,5 м/с.

3. Пролетая над пунктом *A*, пилот вертолета догнал воздушный шар, который сносило ветром по курсу вертолета. Через полчаса пилот повернул обратно и встретил воздушный шар в 30 км от пункта *A*. Чему равна скорость ветра, если мощность двигателя вертолета оставалась постоянной?

4. Два велосипедиста стартуют одновременно на дистанции 1 км. Скорость первого велосипедиста равна 8 м/с, а второго – 10 м/с. На каком расстоянии от финиша находится первый велосипедист в момент финиша второго велосипедиста?

5. Со станции вышел товарный поезд со скоростью 36 км/ч. Через 30 мин в том же направлении вышел скорый поезд со скоростью 72 км/ч. Через какое время после выхода товарного поезда его нагонит скорый?

---

6. Водитель легкового автомобиля начинает обгон трейлера при скорости 90 км/ч в тот момент времени, когда расстояние между машинами s_1 = 20 м, и переходит (перестраивается) в прежний ряд, когда расстояние между машинами стало s_2 = 15 м. Определите время, за которое водитель автомобиля обогнал трейлер, движущийся со скоростью 72 км/ч. Длина легкового автомобиля равна 4 м, трейлера – 16 м.

7. Пассажир поднимается по неподвижному эскалатору метрополитена за время t_1 = 3 мин., а по движущемуся вверх эскалатору за время t_2 – 2 мин. Сможет ли он подняться по эскалатору, движущемуся с той же скоростью вниз? Если сможет, то за какое время?

8. Эскалатор метро спускает идущего по нему человека за время t_1 = 1 мин. Если человек будет двигаться относительно эскалатора вдвое быстрее, то он спустится за t_2 = 45 с. Сколько времени будет спускаться человек, стоящий на эскалаторе?

9. Человек бежит по движущемуся эскалатору. В первый раз он насчитал n_1 = 50 ступенек, второй раз, двигаясь в ту же сторону со скоростью относительно эскалатора втрое большей, он насчитал n_2 = 75 ступенек. Сколько ступенек он насчитал бы на неподвижном эскалаторе?

10. Теплоход длиной l = 300 м движется прямолинейно по озеру со скоростью V_1. Катер, имеющий скорость V_2 = 90 км/ч, проходит расстояние от кормы до носа движущегося теплохода и обратно за время t = 37,5 с. Какова скорость теплохода?

РЗ–9.2. Прямолинейное равноускоренное движение

Задания уровня "А"

1. Скорость поезда за 20 с увеличилась с 54 до 72 км/ч. Чему равно ускорение поезда?

2. За какое время велосипедист проедет 30 м, начиная движение с ускорением 0,75 м/с^2?

3. Тело начинает двигаться со скоростью 4 м/с. Чему будет равна его скорость через 2 с, если ускорение движущегося тела 5 м/с^2.

4. С каким ускорением должен затормозить автомобиль, движущийся со скоростью 36 км/ч, чтобы через 10 с остановиться?

5. Трамвай движется со скоростью 6 м/с. Рассчитайте его скорость через 5 с после начала торможения, если ускорение трамвая равно 0,1 м/с^2.

---

6. За какое время автомобиль, двигаясь с ускорением 0,4 м/с^2, увеличит свою скорость с 12 до 20 м/с?

7. Велосипедист движется под уклон с ускорением 0,3 м/с^2. Какую скорость приобретет велосипедист через 20 с, если его начальная скорость равна 4 м/с?

8. Какой путь пройдет электрокар за 8 с, двигаясь из состояния покоя с ускорением 3 м/с^2?

9. Поезд через 10 с после начала движения приобретает скорость 0,6 м/с. Через сколько времени от начала движения скорость поезда станет равна 3 м/с?

10. Отходя от остановки, трамвай движется с ускорением 0,3 м/с^2. На каком расстоянии от начала движения скорость трамвая достигнет 15 м/с?

---

11. Самолет для взлета должен приобрести скорость 240 км/ч. Какой должна быть длина взлетной полосы, если известно, что время разгона самолета равно 30 с?

12. При торможении до полной остановки катер прошел путь 200 м. Определите ускорение и время торможения катера, если в начале торможения его скорость была равна 72 км/ч.

13. Ускорение тела равно 1 м/с^2 и направлено противоположно его скорости. На какую величину изменится скорость тела за 2 с движения?

14. Тело, движущееся со скоростью 54 км/ч, за 2 с уменьшило свою скорость до 7 м/с. Каково ускорение тела?

15. Лыжник спускается с горы за 25 с, имея начальную скорость 18 км/ч. Чему равна длина горы, если лыжник движется с ускорением 0,4 м/с^2?

Задания уровня "В"

1. При обгоне автомобиль стал двигаться с ускорением 0,6 м/с^2 и через 5 с достиг скорости 23 м/с. Найдите начальную скорость и путь, пройденный автомобилем.

2. Шарик, скатываясь с наклонного желоба из состояния покоя, за первую секунду прошел путь 10 см. Какой путь он пройдет за 3 с?

3. Подъезжая к светофору со скоростью 10 м/с, автомобиль тормозит в течение 4 с и останавливается рядом со светофором. На каком расстоянии от светофора находился автомобиль в начале торможения?

4. Самолет пробегает по бетонированной дорожке расстояние s = 790 м. При отрыве от земли его скорость v = 240 км/ч. Какое время продолжался разбег и с каким ускорением двигался самолет?

5. Автомобиль движется с постоянным ускорением 1 м/с^2. Мимо наблюдателя он проезжает со скоростью 10,5 м/с. На каком расстоянии от наблюдателя он находился секунду назад?

6. Велосипедист, движущийся со скоростью 3 м/с, начинает спускаться с горы с ускорением 0,8 м/с^2. Найти длину горы, если спуск занял 6 с.

7. За какое время автомобиль, двигаясь из состояния покоя с ускорением 0,6 м/с^2, пройдет 30 м?

8. В стволе автомата Калашникова пуля движется с ускорением 616 км/с^2. Определите длину ствола, если скорость вылета пули равна 715 м/с.

9. Какой путь пройдет тело, двигаясь с начальной скоростью 3 м/с в течение 10 с, если его ускорение равно 1 м/с^2?

10. Двигаясь из состояния покоя, мотоциклист проходит 1 км пути с ускорением 0,8 м/с^2. Чему равно время разгона мотоциклиста и его скорость в конце этого пути?

---

11. Определите путь, пройденный катером, если он будет двигаться 10 с с постоянной скоростью 5 м/с, а затем 10 с с постоянным ускорением 0,5 м/с^2.

12. Поезд, двигаясь под уклон, прошел за 20 с путь 340 м и развил скорость 19 м/с. С каким ускорением двигался поезд и какой была скорость в начале уклона?

13. Автомобиль, двигающийся со скоростью 20 м/с, остановился при аварийном торможении через 5 с. Чему равен тормозной путь автомобиля, если его ускорение равно 6 м/с^2?

14. Межпланетная автоматическая станция «Марс-1» начала свой полет со скоростью 12 км/с. Вследствие притяжения Земли в конце первого миллиона километров (s = 10^6 км) ее скорость уменьшилась до 3 км/с. Считая движение равнозамедленным, найдите ускорение полета.

15. Прыгая с вышки, пловец погрузился в воду на глубине 1,5 м за 0,4 с. С каким ускорением двигался пловец в воде?

Задания уровня "С"

1. Поезд, трогаясь с места, через 10 с приобретает скорость равную 0,6 м/с. За какое время от начала движения скорость поезда станет равной 3 м/с? Движение поезда считать равноускоренным.

2. Тело, двигаясь прямолинейно с ускорением 2 м/с^2, за время 0,1 мин. прошло путь 42 м. Какой была начальная скорость тела?

3. Автомобиль с хорошими шинами может иметь ускорение a = 5 м/с^2. Какое время потребуется для разгона автомобиля до скорости v = 60 км/ч? Каков путь разгона в этом случае?

4. Тело, первоначально движущееся прямолинейно со скоростью 4 м/с, начинает двигаться с ускорением в том же направлении и за время t = 5 с проходит путь s = 70 м. Чему равно ускорение тела?

5. Камень, брошенный по льду со скоростью 5 м/с, останавливается на расстоянии s = 25 м от места бросания. Определите путь, пройденный камнем за первые 2 с движения.

---

6. При аварийном торможении автомобиль, движущийся со скоростью 72 км/ч, остановился через 5 с. Найдите тормозной путь.

7. Пуля, летящая со скоростью 400 м/с, ударяет в земляной вал и проникает в него на глубину s = 36 см. Определите, какое время она движется внутри вала.

8. Перед автомобилем «Москвич», движущимся со скоростью 80 км/ч, на расстоянии 10 м от него внезапно появляется грузовик. Каким должно быть минимальное ускорение торможения «Москвича», чтобы не произошло столкновения, если грузовик движется равномерно со скоростью 44 км/ч?

9. Дистанцию 100 м спринтер преодолел за 10 с. Из них 2 с он потратил на разгон, а остальное время двигался равномерно. Чему равна скорость равномерного движения спортсмена?

10. Уклон длиной 100 м лыжник прошел за 20 с, двигаясь с ускорением 0,3 м/с^2. Чему равна скорость лыжника в начале и в конце уклона?

---

11. Троллейбус отошел от остановки с ускорением 0,2 м/с^2. Достигнув скорости 36 км/ч, он двигался, не меняя ее, в течение 2 мин. Затем, равномерно замедляя движение, прошел до остановки путь 100 м. Найдите среднюю скорость движения троллейбуса на всем пути между остановками.

12. Водитель автомобиля, движущегося со скоростью 72 км/ч, подъезжая к закрытому железнодорожному переезду, начал тормозить на расстоянии 50 м от него. У переезда машина стояла 50 с. После того как шлагбаум открыли, водитель набрал прежнюю скорость на том же отрезке пути. На сколько ближе к месту назначения оказался бы водитель автомобиля, если бы он ехал с прежней скоростью без остановки? Движение при разгоне и торможении считать равнопеременным.

13. Тело начинает равноускоренное движение. Известно, что за девятую секунду оно проходит расстояние 17 м. Определите ускорение, с которым движется тело.

14. Снизу вверх по наклонной доске пустили шарик. На расстоянии 30 см от начала движения шарик побывал дважды: через 1 с и 2 с после начала движения. Определите начальную скорость и ускорение движения шарика, считая его постоянным.

15. Лифт в течение первых 3 с поднимается равноускоренно и достигает скорости 3 м/с, с которой продолжает равномерный подъем в течение 6 с. Затем движется с прежним по модулю ускорением до полной остановки. Постройте график зависимости скорости подъема лифта от времени и определите высоту подъема.

РЗ–9.3. Законы Ньютона

Задания уровня "А"

1. Тело массой 10 кг движется по горизонтальной площадке с ускорением 2 м/с^2. Чему равна сила тяги?

2. С какой силой надо тянуть ящик массой 20 кг по полу с ускорением 0,5 м/с^2, если сила сопротивления движения равна 5 Н?

3. Определите силу, с которой груз массой 10 кг давит на подставку, если она вместе с грузом движется вверх с ускорением 2,5 м/с^2.

4. Вагонетку массой 500 кг тянут с горизонтально направленной силой $F = 50$ Н. Какое ускорение будет у вагонетки? Трением пренебречь.

5. Если тележку тянуть с силой $F_1 = 5$ Н, то ее ускорение будет равно 0,2 м/с^2. С какой силой F_2 нужно действовать на эту тележку, чтобы ее ускорение было равно 2 м/с^2? Трением пренебречь.

---

6. Порожний грузовой автомобиль массой 3 т начал движение с ускорением 0,2 м/с^2. Какова масса этого автомобиля вместе с грузом, если при той же силе тяги он трогается с места с ускорением 0,15 м/с^2?

7. Снаряд массой 2 кг вылетает из ствола орудия в горизонтальном направлении со скоростью 1000 м/с. Чему равна сила давления пороховых газов, считая ее постоянной, если длина ствола $l = 3,5$ м.

8. Чему равен вес летчика-космонавта массой 80 кг при старте ракеты с поверхности Земли вертикально вверх с ускорением 15 м/с^2?

9. Тело массой $m = 50$ кг движется по горизонтальной поверхности под действием горизонтально направленной силы $F =$ 100 Н. Каково ускорение тела, если известно, что коэффициент трения между телом и поверхностью $\mu = 0,2$?

10. Лыжник массой 60 кг, имеющий в конце спуска скорость 36 км/ч, остановился через 40 с после окончания спуска. Определите силу сопротивления его движению.

---

11. Автомобиль массой 2 т, двигавшийся со скоростью 90 км/ч, останавливается через 3 с после нажатия водителем педали тормоза. Чему равен тормозной путь автомобиля?

12. Покоящееся тело массой 400 г под действием силы 8 Н приобрело скорость 36 км/ч. Какой путь при этом прошло тело?

13. Мальчик массой 50 кг, скатившись на санках с горки, проехал по горизонтальной дороге до остановки путь 20 м за 10 с. Чему равна сила трения, действующая на санки?

14. На автомобиль массой 2 т действует сила трения 16 кН. Какова начальная скорость автомобиля, если его тормозной путь равен 50 м?

15. В лифте находится груз массой 20 кг. Найти силу давления груза на пол лифта, если он опускается вниз с ускорением 2 м/с^2.

Задания уровня "B"

1. Футболист, ударяя мяч массой 700 г, сообщает ему скорость 15 м/с. Считая продолжительность удара равной 0,02 с, определите силу удара.

2. Вагонетка, масса которой равна 350 кг, под действием горизонтальной силы F движется по рельсам с ускорением 0,15 м/с^2. Какова величина этой силы, если сила сопротивления движению равна 12 Н?

3. Автомобиль массой 3,2 т движется по горизонтальному пути со скоростью 54 км/ч. На каком расстоянии автомобиль остановится, если при торможении сила трения равна 45 кН?

4. Груз массой 5 кг, привязанный к невесомой нерастяжимой нити, поднимают вверх с ускорением 3 м/с^2. Определите силу натяжения нити.

5. При трогании с места электровоз развивает силу тяги 700 кН. Какое ускорение он при этом сообщит железнодорожному составу массой 3000 т, если сила сопротивления движению 160 кН?

---

6. Какой станет скорость тела массой 5 кг, движущегося со скоростью 8 м/с, если на расстоянии 10 м на тело будет действовать сила F = 12 Н, направление которой совпадает с направлением перемещения?

7. С какой силой давит на дно шахтной клети груз массой 100 кг, если клеть поднимается вертикально вверх с ускорением, направленным в ту же сторону и равным 0,2 м/с^2?

8. На гладком столе лежат два связанных нитью груза (рис. 1). Масса левого груза m_1 = 200 г, масса правого m_2 = 300 г. К правому грузу приложена сила F_2 = 0,1 Н, к левому в противоположном направлении — сила F_1 = 0,6 Н. С каким ускорением движутся грузы и какова сила натяжения соединяющей их нити?



Рис. 1

9. Космическая ракета при старте с поверхности Земли движется вертикально с ускорением 20 м/с^2. Найдите вес летчика-космонавта в кабине, если его масса 80 кг.

10. Через блок, массой которого можно пренебречь, перекинута нить, к концам которой подвешены две гири массами 2 кг и 6 кг. Найти силу натяжения нити при движении гирь.

---

11. Герои романа Жюля Верна «Из пушки на Луну» летели в снаряде. Пушка имела длину ствола l = 300 м. Учитывая, что для полета на Луну снаряд при вылете из ствола должен иметь ско-

рость не менее 11,1 км/с, подсчитать, во сколько раз возрастал вес пассажиров внутри ствола, считая движение равноускоренным.

12. Определите коэффициент трения скольжения, если горизонтальная сила 7,5 Н сообщает телу массой 1 кг ускорение 5 м/с^2 в направлении действия силы.

13. Автомобиль массой 1,5 т через 20 с после начала движения развил скорость 90 км/ч. Определите силу тяги автомобиля, если коэффициент трения равен 0,02.

14. Трос выдерживает максимальную нагрузку 2,4 кН. С каким наибольшим ускорением с помощью этого троса можно поднимать груз массой 200 кг?

15. Паровоз толкнул вагон массой 30 т, стоящий на горизонтальном пути, после чего вагон начал двигаться со скоростью 0,5 м/с. Определите силу удара, если его длительность 1 с.

Задания уровня "С"

1. Автобус массой 10 т, трогаясь с места, на пути в 50 м приобрел скорость 10 м/с. Чему равен коэффициент трения, если сила тяги равна 14 кН?

2. Тело массой 0,4 кг бросают вертикально вверх с начальной скоростью 30 м/с. Через время, равное 2,5 с, тело достигает высшей точки подъема. Определите среднее значение силы сопротивления воздуха, считая движение равнозамедленным.

3. Автодрезина везет равноускоренно две платформы. Сила тяги 1,78 кН. Масса первой платформы 12 т, второй 8 т. С какой силой натянута сцепка между платформами? Силой трения пренебречь.

4. Груз, подвешенный на нити, один раз поднимают, а другой раз опускают с одинаковым ускорением 8 м/с^2. Найти отношение силы натяжения нити при подъеме груза к аналогичной силе при его опускании.

5. Тело массой 40 г брошено вертикально вверх с начальной скоростью 30 м/с и достигло высшей точки подъема через 2,5 с. Определите силу сопротивления воздуха, считая ее постоянной.

---

6. Две гири соединены нитью, перекинутой через невесомый блок. Гири движутся вертикально в противоположных направлениях с ускорением 2 м/с^2. Определите массу более тяжелой гири, если масса более легкой равна 2 кг.

7. Через неподвижное, горизонтально расположенное на некоторой высоте бревно переброшена веревка. Чтобы удержать груз массой 6 кг, подвешенный на одном конце веревки, необходимо тянуть второй конец веревки с минимальной силой $T_1 = 40$ Н. Чему равна минимальная сила T_2, с которой необходимо тянуть веревку, чтобы груз начал подниматься?

8. Три одинаковых бруска, массой m каждый, связаны нитями и положены на гладкий стол. К первому бруску приложена сила, равная 100 Н. Определите силу натяжения нити, соединяющей первый и второй бруски. Силами трения пренебречь.

9. Тепловоз массой 100 т тянет два вагона массой по 50 т каждый с ускорением 0,5 м/с^2. Найдите силу тяги тепловоза, если коэффициент трения равен 0,006.

10. Определите коэффициент трения между шайбой и горизонтальной поверхностью, если при свободном движении по ней шайба замедляет свое движение с ускорением 2 м/с^2.

---

11. Маляр массой 72 кг работает в подвесном кресле. Ему понадобилось срочно подняться вверх. Он принимается тянуть за веревку с такой силой, что его сила давления на кресло уменьшилась до 400 Н. Масса кресла 12 кг. Ускорение свободного падения считать равным 10 м/с^2. Чему равно ускорение маляра и кресла?

12. Тормозной путь легкового автомобиля, имеющего начальную скорость 54 км/ч, на сухом асфальте равен 20 м, на за-

грязненной мокрой дороге 75 м. Определите коэффициенты трения для указанных случаев.

13. Собака начинает тянуть санки с ребенком массой 25 кг с постоянной силой 150 Н, направленной горизонтально. Какое расстояние проедут санки за 10 с, если коэффициент трения полозьев санок о снег равен 0,5?

14. Через неподвижный блок перекинута веревка, к одному из концов которой привязан груз массой 60 кг. На другом конце повис человек массой 65 кг, который, выбирая веревку, поднимает груз, оставаясь при этом на одном и том же расстоянии от пола. Через сколько времени груз будет поднят на высоту 12 м? Массой веревки и блока пренебречь.

15. Динамометр вместе с прикрепленным к нему грузом сначала поднимают вертикально вверх, затем опускают вертикально вниз. В обоих случаях движение равноускоренное с ускорением 5 м/с^2. Определите массу груза, если разность показаний динамометра равна 30 Н.

РЗ–9.4. Свободное падение тел

Задания уровня "А"

1. Определите глубину ущелья, если камень свободно падал до дна ущелья 4 с.

2. Мяч свободно падает с высоты 10 м. Рассчитайте время его падения.

3. В момент удара о землю скорость тела равна 25 м/с. С какой высоты тело упало, если его начальная скорость равна нулю? Сколько времени падало тело?

4. Из баллистического пистолета пуля вылетает вертикально вверх со скоростью 4 м/с. На какой высоте от пистолета будет пуля через 0,1 с? Какова будет скорость на этой высоте?

5. Тело свободно падает с высоты 245 м. Сколько времени падало тело?

---

6. Тело свободно падает с высоты 45 м над землей. Какую скорость имеет тело в момент удара о землю?

7. Стрела выпущена из лука вертикально вверх со скоростью 20 м/с. Какова максимальная высота подъема стрелы?

8. Определите скорость воды, выбрасываемой насосом вверх, если она достигает высоты 5.

9. Какова высота здания, если капля падала с крыши в течение 2 с?

10. Камень свалился со скалы высотой 20 м. Какова скорость камня в момент удара о землю?

Задания уровня "В"

1. Тело брошено вертикально вверх со скоростью 30 м/с. На какой высоте оно окажется через 3 с? Какова будет его скорость на этой высоте?

2. Г. Галилей, изучая законы свободного падения, бросал без начальной скорости разные предметы с наклонной башни в городе Пиза, высота которой 57,5 м. Сколько времени падали предметы с этой башни и какова их скорость при ударе о землю?

3. Тело брошено вертикально вниз с высоты 40 м со скоростью 25 м/с. Какую скорость приобретет тело к моменту падения на землю? Какую скорость приобрело бы тело, если начальная скорость была бы направлена вертикально вверх?

4. Определить время свободного падения тела с высоты 500 м и его скорость в момент достижения поверхности земли.

5. Какую начальную скорость надо сообщить камню при бросании его вертикально вниз с моста высотой 20 м, чтобы он достиг поверхности воды через 1 с? На сколько дольше длилось

бы падение камня с этой же высоты при отсутствии начальной скорости?

---

6. Человек, стоящий на краю высохшего колодца, бросает вертикально вверх камень, сообщая ему скорость 10 м/с. Через какой промежуток времени камень упадет на дно колодца? Глубина колодца равна 14,7 м.

7. Камень бросают с башни, сообщая ему начальную скорость, направленную вниз. Какой она должна быть, чтобы камень за время 2 с опустился на 30 м?

8. Вертолет равномерно опускается вертикально вниз со скоростью 15 м/с. С него сбрасывают пакет, который достиг поверхности земли через 6 с. На какой высоте находился вертолет в момент сбрасывания? С какой скоростью пакет ударился о землю?

9. Из точки, расположенной на достаточно большой высоте, одновременно брошено два тела с одинаковыми по модулю скоростями 2 м/с: одно вертикально вверх, а другое вертикально вниз. Каким будет расстояние между телами через 1 с?

10. Снаряд зенитной пушки, выпущенный вертикально вверх со скоростью 800 м/с, достиг цели через 6 с. На какой высоте находился самолет противника и какова скорость снаряда при достижении цели?

Задания уровня "C"

1. Мячик бросают вертикально вверх со скоростью 19,6 м/с. Через какое время мячик окажется: а) в наивысшей точке движения; б) в точке броска?

2. С поверхности пустого колодца вертикально вверх со скоростью 10 м/с бросают мяч. Определите время, через которое мяч упадет на дно колодца, если глубина последнего равна 7,8 м.

3. Парашютист пролетел при затяжном прыжке, не раскрывая парашюта, 7680 м за время t = 142 с. На сколько секунд сопротивление воздуха увеличило время падения парашютиста?

4. С какой начальной скоростью нужно бросить вертикально вниз тело с высоты 19,6 м, чтобы оно упало на 1 с быстрее тела, свободно падающего с той же высоты?

5. Камень падает в ущелье. Через t = 6 с слышен звук удара камня о землю. Какова глубина ущелья? Скорость звука равна 330 м/с.

---

6. Камень брошен вертикально вверх со скоростью 24,5 м/сек. Через какой промежуток времени он будет на высоте 29,4 м?

7. Парашютист, спускающийся равномерно со скоростью 5 м/с, в момент, когда он находился на высоте 100 м над поверхностью Земли, бросил вертикально вниз небольшое тело со скоростью 10 м/с относительно себя. Какой промежуток времени разделяет моменты приземления тела и парашютиста?

8. Ракета стартует и движется вертикально вверх с ускорением 20 м/с^2. Через 20 с полета двигатель отключается. Через какое время с момента старта ракета упадет на землю?

9. Аэростат поднимается с постоянной скоростью 5 м/с. На высоте 10 м с него сбрасывается груз без начальной скорости относительно аэростата. Найдите время падения груза на землю. Какова его скорость в момент соприкосновения с землей?

10. Парашютист, опускающийся равномерно со скоростью 5 м/с, бросает вертикально вверх небольшое тело со скоростью 10 м/с относительно себя. Через какое время после броска тело и парашютист вновь окажутся на одной высоте?

РЗ–9.5. Закон всемирного тяготения. Движение тела по окружности. Искусственные спутники Земли

Задания уровня "А"

1. С какой силой притягиваются два вагона массой по 80 т каждый, если расстояние между ними 1 км?

2. Определите ускорение свободного падения для планеты Юпитер. Масса Юпитера $1{,}9 \cdot 10^{27}$ кг, средний радиус Юпитера $7{,}13 \cdot 10^{7}$ м.

3. Какова масса двух одинаковых железнодорожных вагонов, находящихся на расстоянии 200 м, если они притягиваются друг к другу с силой $8{,}2 \cdot 10^{-6}$ Н?

4. Рассчитайте ускорение свободного падения на поверхности Луны, если масса Луны равна $7{,}35 \cdot 10^{22}$ кг, а радиус Луны равен $1{,}74 \cdot 10^{6}$ м.

5. С какой силой притягиваются друг к другу два корабля массой 10000 т каждый, если расстояние между ними 1 км?

---

6. Чему равна первая космическая скорость на планете Сатурн? Масса Сатурна $5{,}69 \cdot 10^{26}$ кг, средний радиус Сатурна $6{,}04 \cdot 10^{7}$ м.

7. Какую скорость нужно сообщить искусственному спутнику Земли, чтобы он двигался вокруг нее по круговой орбите на высоте 630 км? Масса Земли $6 \cdot 10^{24}$ кг, а ее радиус 6400 км.

8. Вычислите первую космическую скорость для Венеры, если ее масса составляет $4{,}9 \cdot 10^{24}$ кг, а средний радиус равен 6100 км.

9. С какой силой притягивается к Земле летчик-космонавт массой 70 кг, находясь на высоте 400 км над поверхностью Земли? Радиус Земли равен 6400 км.

10. Радиус Земли приблизительно в 3,7 раза больше радиуса Луны, а ее масса в 81 раз больше массы Луны. Рассчитайте ускорение свободного падения на поверхности Луны.

---

11. Велосипедист движется по закруглению дороги радиусом 25 м со скоростью 36 км/ч. С каким ускорением он проходит закругление?

12. С какой скоростью мотоциклист должен проезжать середину выпуклого моста радиусом 22,5 м, чтобы центростремительное ускорение равнялось ускорению свободного падения?

13. Чему равно ускорение свободного падения на высоте 1000 км над Землей? Масса Земли $6 \cdot 10^{24}$ кг, радиус Земли 6400 км.

14. Чему равна скорость искусственного спутника Земли на высоте 1700 км, если он должен обращаться по орбите, которую приблизительно можно считать круговой? Радиус Земли принять равным 6400 км; считать на поверхности Земли $g \approx 10$ м/с^2.

15. Определите ускорение свободного падения на высоте, равной половине радиуса Земли.

Задания уровня "В"

1. Найдите силу гравитационного притяжения между двумя телами массами 30 кг и 100 кг, если они находятся на расстоянии 1 м.

2. Два тела равной массы находятся на расстоянии 1 м. Какой должна быть масса этих тел, чтобы они притягивались с силой 1 Н?

3. Определите ускорение свободного падения на планете Нептун. Масса Нептуна $1,04 \cdot 10^{26}$ кг, средний радиус Нептуна $2,22 \cdot 10^7$ м.

4. Сравните скорости искусственного спутника, движущегося на высоте 21600 км от поверхности Земли, и скорость спутника, движущегося на высоте 600 км над поверхностью Земли. Радиус Земли 6400 км.

5. Чему равна сила взаимного притяжения между Луной и Землей, если масса Земли $6 \cdot 10^{24}$ кг, масса Луны $7,3 \cdot 10^{22}$ кг и расстояние между центрами Земли и Луны 384 000 км?

---

6. Во сколько раз уменьшится сила притяжения космического корабля к Земле при его подъеме на высоту, равную радиусу Земли?

7. Рассчитайте отношение скоростей концов минутной и секундной стрелок часов, если минутная стрелка в 3 раза длиннее секундной.

8. Какую скорость должен иметь искусственный спутник Луны для того, чтобы он обращался вокруг нее по круговой орбите на высоте 40 км? Ускорение свободного падения для Луны на этой высоте равно 1,6 м/с^2, а радиус Луны 1760 км.

9. На какой высоте над поверхностью Земли скорость искусственного спутника Земли, движущегося по круговой орбите, должна составлять 1 км/с? Радиус Земли принять равным 6400 км; считать на поверхности Земли $g \approx 10$ м/с^2.

10. С какой минимальной скоростью нужно вращать в вертикальной плоскости ведро с водой, чтобы при прохождении через высшую точку вода из него не вылилась? Ведро подвешено на веревке длиной 50 см.

---

11. Определите, чему равна первая космическая скорость на планете Марс. Масса Марса $6,43 \cdot 10^{23}$ кг, средний радиус Марса $3,38 \cdot 10^6$ м.

12. Рассчитайте ускорение свободного падения тела на высоте 600 км над поверхностью Земли. Радиус Земли 6400 км.

13. Средний радиус планеты Меркурий 2420 км, а ускорение свободного падения 3,72 м/с^2. Найдите массу Меркурия.

14. Сравните вес тела одинаковой массы на Земле и на Марсе. Радиус Марса примерно в два раза меньше радиуса Земли, а масса Марса составляет приближенно 0,1 массы Земли.

15. Какова средняя скорость движения Земли по орбите, если радиус орбиты $1{,}5 \cdot 10^{11}$ м, а масса Солнца $2 \cdot 10^{30}$ кг?

Задания уровня "С"

1. Определите силу тяготения между Землей и Солнцем, если их массы соответственно равны $6 \cdot 10^{24}$ кг и $2 \cdot 10^{30}$ кг, а расстояние между ними $1{,}5 \cdot 10^{11}$ м.

2. На каком расстоянии от поверхности Земли сила притяжения космического корабля к ней станет в 36 раз меньше, чем на поверхности Земли?

3. Во сколько раз планета Плутон притягивается к Солнцу слабее Земли, если Плутон удален от Солнца на расстояние, в 40 раз большее, чем Земля? Массы Земли и Плутона приблизительно одинаковы.

4. Какую скорость нужно сообщить искусственному спутнику Луны, чтобы он двигался вокруг нее по круговой орбите на высоте 100 км? Масса Луны $7{,}3 \cdot 10^{22}$ кг, а ее радиус $1{,}7 \cdot 10^{6}$ м.

5. С какой силой будут притягиваться друг к другу два искусственных спутника Земли массой 7,74 т каждый, если они сблизятся до расстояния 200 м?

---

6. Два спутника вращаются вокруг Земли по круговым орбитам на расстоянии 7600 и 600 км от ее поверхности. Определите отношение скорости первого спутника к скорости второго.

7. На каком расстоянии от поверхности Земли ускорение свободного падения равно 1 м/с^2?

8. Вблизи планеты, радиус которой 4000 км, первая космическая скорость равна 4 км/с. Определите ускорение свободного падения на поверхности этой планеты.

9. Космическая станция запущена на Луну. Рассчитайте, на каком расстоянии от центра Земли станция будет притягиваться Землей и Луной с одинаковой силой. Считать, что масса Луны в 81 раз меньше радиуса Земли, а расстояние между их центрами равно 60 земных радиусов.

10. Радиус окружности, по которой движется Фобос (спутник планеты Марс), равен 9400 км, а период его обращения равен 7 ч 40 мин. Найдите массу Марса.

---

11. Чему равна первая космическая скорость на планете Венера? Сравните скорости движения искусственных спутников Земли и Венеры при движении по орбитам, одинаково удаленным от центра планет. Масса Венеры составляет 0,815 массы Земли.

12. На каком расстоянии от поверхности Земли сила притяжения космического корабля к ней станет в 25 раз меньше, чем на поверхности Земли?

13. Средняя высота, на которой спутник движется над Землей, 1700 км. Определите скорость движения, если радиус Земли 6400 км.

14. На какую высоту от поверхности Земли поднялся космический корабль, если приборы отметили уменьшение ускорения свободного падения до 2,45 м/с^2?

15. Какую скорость имеет искусственный спутник, движущийся на высоте 300 км над поверхностью Земли?

РЗ–9.6. Закон сохранения импульса

Задания уровня "А"

1. Тело массой 1 кг, двигаясь прямолинейно и поступательно, увеличило свою скорость от 1 м/с до 10 м/с. Найдите изменение импульса этого тела.

2. Два одинаковых шарика массой 2 кг каждый движутся поступательно и прямолинейно в горизонтальной плоскости с одинаковыми скоростями, равными 4 м/с, вдоль одной прямой навстречу друг другу. Чему равен импульс системы шаров?

3. Снаряд массой 10 кг вылетает из ствола орудия со скоростью 600 м/с. Зная, что время движения снаряда внутри ствола 0,008 с, определите среднюю силу давления пороховых газов.

4. Пуля массой 10 г пробивает стену. Скорость пули при этом уменьшилась от 800 до 400 м/с. Найдите изменение импульса пули.

5. С лодки массой 200 кг, движущейся со скоростью 1 м/с, выпал груз массой 100 кг. Какой стала скорость лодки?

---

6. Снаряд массой 40 кг, летящий горизонтально со скоростью 400 м/с, попадает в неподвижную платформу с песком массой 10 т и застревает в песке. С какой скоростью стала двигаться платформа?

7. Мальчик массой 30 кг, стоя на коньках, горизонтально бросает камень массой 1 кг. Начальная скорость камня 3 м/с. Определите скорость мальчика после броска.

8. Человек массой 70 кг, бегущий со скоростью 6 м/с, догоняет тележку массой 100 кг, движущуюся со скоростью 1 м/с, и вскакивает на нее. Определите скорость тележки с человеком.

9. Железнодорожный вагон массой 10 т, движущийся по горизонтальному пути со скоростью 20 м/с, сталкивается с неподвижной платформой массой 5 т. С какой скоростью поедут вагон и платформа, если сработает автосцепка?

10. Пуля вылетает из винтовки в горизонтальном направлении со скоростью 800 м/с. Какова скорость винтовки при отдаче, если ее масса больше пули в 400 раз?

---

11. Снаряд, летящий со скоростью 500 м/с, разорвался на две части. Скорость первого куска массой 5 кг возросла в направлении движения снаряда. Определите скорость второго куска, если его масса 4 кг.

12. Тележка массой 80 кг движется со скоростью 5 м/с. На нее вертикально падает груз массой 20 кг. Определите скорость, с которой станет двигаться тележка.

13. Вагон массой 10 т движется со скоростью 1 м/с и сталкивается с неподвижной платформой массой 5 т. Чему равна скорость их совместного движения?

14. Какова скорость отдачи винтовки при выстреле, если масса винтовки 4 кг, масса пуля 8 г, скорость пули 600 м/с?

15. Идущий со скоростью 8 м/с ледокол массой 6000 т наталкивается на неподвижную льдину и движет ее впереди себя. При этом скорость ледокола уменьшилась на 5 м/с. Чему равна масса льдины?

Задания уровня "В"

1. На тело в течение времени 10 с действует постоянная сила F = 50 Н. Найдите массу тела, если изменение скорости в результате действия силы равно 5 м/с.

2. С какой скоростью должна лететь хоккейная шайба массой 160 г, чтобы ее импульс был равен импульсу пули массой 8 г, летящей со скоростью 600 м/с?

3. Мяч массой 100 г, летящий со скоростью 1,5 м/с, пойман на лету. С какой силой мяч действует на руку, если его скорость гасится за 0,03 с?

4. Парашютист массой 70 кг во время раскрытия парашюта уменьшил скорость падения от 50 до 10 м/с. Определите силу удара, если время торможения 0,4 с.

5. Два тела движутся навстречу друг другу. Масса первого 2 кг, а скорость 3 м/с. Масса второго 4 кг и скорость 2 м/с. Определите величину полного импульса системы тел.

---

6. Снаряд массой 40 кг, летевший в горизонтальном направлении со скоростью 600 м/с, разрывается на две части с массами 30 кг и 10 кг. Большая часть стала двигаться в прежнем направлении со скоростью 900 м/с. Определите величину и направление скорости меньшей части снаряда.

7. Снаряд массой 100 кг, имеющий горизонтальную скорость 500 м/с, попадает в вагон с песком общей массой 10 т и застревает в нем. Какую скорость приобретает вагон, если он двигался навстречу снаряду со скоростью 10 м/с?

8. Охотник стреляет из ружья с движущейся лодки по направлению ее движения. Какую скорость имела лодка, если она остановилась после двух быстро следующих друг за другом выстрелов? Масса охотника с лодкой 200 кг, масса заряда 20 г. Скорость вылета дроби и пороховых газов 500 м/с.

9. Чтобы сцепить три одинаковых железнодорожных вагона, стоящих на рельсах на небольшом расстоянии друг от друга, первому сообщают скорость 3 м/с. Какой скоростью будут обладать вагоны после сцепления?

10. Какую скорость получит ракета относительно Земли, если масса мгновенно выброшенных газов составит 0,2 от массы неподвижной ракеты, а их скорость равна 1 км/с?

---

11. Тележка с песком массой 10 кг катится со скоростью 1 м/с по гладкой горизонтальной поверхности. В песок попадает и застревает в нем шар массой 2 кг, летевший навстречу тележке с горизонтальной скоростью 2 м/с. В какую сторону и с какой скоростью покатится тележка после попадания шара?

12. Платформа массой 10 т движется по горизонтальному участку железнодорожного пути со скоростью 1,5 м/с. Ее нагоняет платформа массой 12 т, движущаяся со скоростью 3 м/с. При столкновении платформы сцепляются. Какова скорость их совместного движения?

13. Граната, летевшая горизонтально со скоростью 10 м/с, разорвалась на две части массами m_1 = 1 кг и m_2 =1,5 кг. Скорость большего куска осталась горизонтальной и возросла до 25 м/с. Определите скорость и направление полета меньшего осколка.

14. Шары массой 5 кг и 1 кг движутся навстречу друг другу со скоростями 5 м/с каждый. После центрального удара шары продолжают движение в одном направлении, причем скорость первого шара равна 2 м/с. Определите скорость второго шара после удара.

15. С лодки массой 200 кг, движущейся со скоростью 1 м/с, ныряет мальчик массой 50 кг, двигаясь в горизонтальном направлении. Какой станет скорость лодки после прыжка мальчика, если он прыгает с носа со скоростью 2 м/с?

Задания уровня "С"

1. Автомобиль массой 1 т движется по горизонтальной дороге со скоростью 36 км/ч. Найти время торможения, если тормозящая сила равна 5 кН.

2. Шарик массой 100 г свободно упал на горизонтальную площадку, имея в момент удара скорость 10 м/с. Найдите изменение импульса при абсолютно упругом ударе. Вычислить среднюю силу, действующую на шарик во время удара, если удар длился 0,01 с.

3. Определите изменение импульса шарика массой 50 г, движущегося со скоростью 2 м/с при упругом ударе о неподвижную плоскость, составляющую с вектором скорости угол 90°.

4. Между двумя лодками, находящимися на поверхности озера, натянута веревка. Человек на первой лодке начинает тянуть веревку с постоянной силой, равной 50 Н. Определите скорость, с которой будет двигаться первая лодка относительно берега через 5 с, после того, как человек на первой лодке стал тянуть веревку. Масса первой лодки с человеком 250 кг, масса второй лодки с грузом 500 кг. Сопротивление воды не учитывать.

5. Два шарика массами 2 г и 3 г движутся в горизонтальной плоскости со скоростями 6 м/с и 4 м/с соответственно. Направления движения шариков составляют друг с другом угол, равный 90°. Чему равна сумма импульсов этих шариков?

---

6. С тележки, движущейся горизонтально со скоростью 3 м/с, в противоположную сторону прыгает человек массой 70 кг, после чего скорость тележки стала равной 4 м/с. Определите скорость человека при прыжке, если масса тележки 210 кг.

7. Космонавты Г. Береговой и В. Лебедев выпустили на орбиту космический спутник «Искра-2», сделанный в МАИ. Масса космического корабля $M = 10^4$ кг, масса спутника $m =$ 5 кг. Спутник выпускают в направлении, противоположном движению корабля со скоростью 2 м/с относительно него. Найдите изменение скорости космического корабля.

8. Ракета, масса которой без заряда 400 г, при сгорании топлива поднимается на высоту 125 м. Масса топлива 50 г. Определите скорость выхода газов из ракеты, считая, что сгорание происходит мгновенно.

9. С лодки массой 200 кг, движущейся со скоростью 1 м/с, ныряет мальчик массой 50 кг, двигаясь в горизонтальном направлении. Какой станет скорость лодки после прыжка мальчика, если он прыгает с кормы со скоростью 4 м/с?

10. Два тела массами 200 г и 500 г, двигавшиеся навстречу друг другу, после столкновения остановились. Чему равна скорость второго тела, если первое двигалось со скоростью 2 м/с?

---

11. Орудие установлено на железнодорожной платформе. Масса платформы с орудием M = 50 т, масса снаряда равна 25 кг. Орудие выстреливает в горизонтальном направлении вдоль железнодорожного пути. Начальная скорость снаряда относительно платформы 1000 м/с. Какую скорость будет иметь платформа после второго выстрела? Трением и сопротивлением воздуха можно пренебречь.

12. На корме и на носу лодки на расстоянии l = 3,4 м друг от друга сидят рыболовы, массы которых равны соответственно 90 кг и 60 кг. Рыболовы меняются местами. Каково при этом перемещение лодки, если ее масса M = 50 кг?

13. Стоящий на льду человек массой 60 кг быстро ловит мяч массой 500 г, летящий горизонтально со скоростью 72 км/ч. Определите расстояние, на которое откатится при этом человек, если коэффициент трения равен 0,05.

14. Плот массой 800 кг плывет по реке со скоростью 1 м/с. На плот с берега перпендикулярно направлению движения плота прыгает человек массой 80 кг со скоростью 2 м/с. Определите скорость плота с человеком.

15. Человек массой 70 кг находится на корме лодки, длина которой l = 5 м и масса M = 280 кг. Человек переходит на нос лодки. На какое расстояние лодка передвинется относительно воды?

РЗ–9.7. Механические колебания и волны. Звук

Задания уровня "А"

1. Грузик на пружине за 6 с совершил 18 колебаний. Найдите период и частоту колебаний.

2. Чему равен период колебаний математического маятника, длина нити которого равна 0,634 м?

3. По графику колебаний (рис. 2) определите амплитуду, период и частоту колебаний.

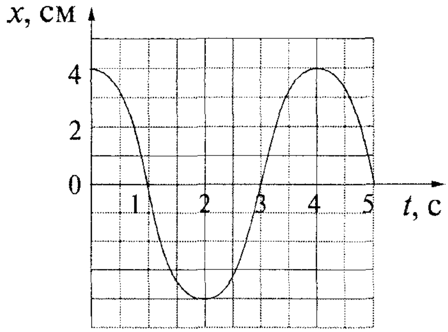


Рис. 2

4. Математический маятник совершил 100 полных колебаний за 50 с. Определите период и частоту колебаний маятника.

5. За 1 с комар совершает 600 взмахов крыльями, а период колебаний крыльев шмеля 5 мс. Какое из насекомых и на сколько сделает при полете большее количество взмахов за 1 мин.?

---

6. Определите длину математического маятника, если за 10 с он совершает 5 колебаний.

7. Маятник длиной $l = 2$ м совершает за время $t = 1$ч $N = 2536$ колебаний. Определите ускорение свободного падения по этим данным.

8. Определите длину звуковой волны, которая распространяется в чугуне, если частота колебаний равна 4 кГц. Скорость звука в чугуне равна 3950 м/с.

9. В безветренную погоду на озере из лодки сбросили тяжелый якорь. От места бросания пошли волны. Стоящий на берегу человек заметил, что волна дошла до него через 20 с, расстояние

между соседними гребнями волн 40 см, а за 4 с было 10 всплесков волны о берег. Рассчитайте, как далеко от берега находилась лодка.

10. За какой промежуток времени распространяется звуковая волна в воде на расстояние 29 км, если ее длина 7,25 м, а частота колебаний 200 Гц?

Задания уровня "В"

1. Какую длину имеет математический маятник с периодом колебаний $T = 1$ с?

2. По графику колебаний (рис. 3) определите амплитуду, период и частоту колебаний.

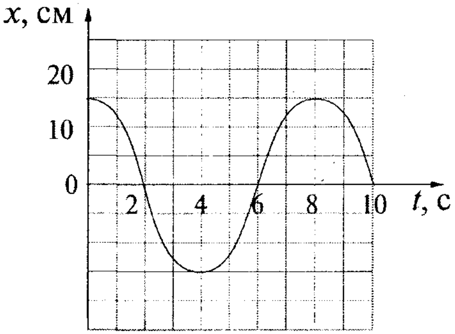


Рис. 3

3. Как относятся длины математических маятников, если за одно и то же время один совершил 10, а другой – 30 колебаний?

4. На каком расстоянии от корабля находится айсберг, если посланный гидролокатором ультразвуковой сигнал был принят обратно через 2,8 с? Скорость звука в воде принять равной 1500 м/с.

5. Длина звуковой волны в воздухе для самого низкого мужского голоса равна 4,3 м, а для самого высокого женского голоса – 25 см. Найдите частоты колебаний этих голосов.

6. Какова длина математического маятника, совершающего 60 колебаний за 2 мин.?

7. Какова частота колебаний, если длина волны, распространяющейся в стали, равна 6 м? Скорость распространения звука в стали считать равной 5 км/с.

8. По поверхности воды в озере волна распространяется со скоростью 6 м/с. Каковы период и частота колебаний бакена, если длина волны равна 3 м?

9. Лодка качается на волнах, распространяющихся со скоростью 1,5 м/с. Расстояние между двумя ближайшими гребнями волн равно 6 м. Определите период колебаний лодки.

10. Расстояние до преграды, отражающей звук, составляет 68 м. Через какое время человек услышит эхо? Скорость звука равна 340 м/с.

Задания уровня "С"

1. Крылья пчелы колеблются с частотой 240 Гц. Сколько взмахов крыльями сделает пчела, пока долетит до цветочного поля, расположенного на расстоянии 500 м, если она летит со скоростью 4 м/с?

2. По графику колебаний (рис. 4) определите амплитуду, период и частоту колебаний.

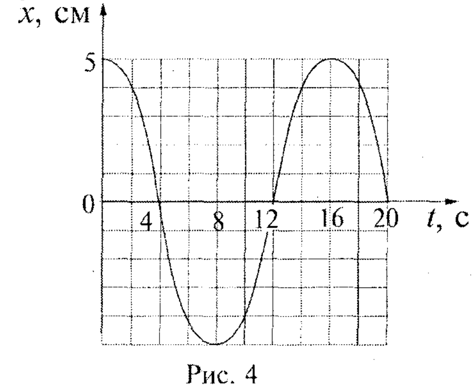


Рис. 4

3. Определите максимальную и минимальную длины звуковых волн, воспринимаемых человеком. Скорость звука равна 340 м/с, граничные частоты $\nu_1 = 20$ Гц и $\nu_2 = 20\,000$ Гц.

4. Во сколько раз изменится длина звуковой волны при переходе звука из воздуха в воду, если скорость звука в воде 1460 м/с, а в воздухе 340 м/с?

5. Рыболов заметил, что за время 10 с поплавок совершил на волнах 20 колебаний, а расстояние между соседними гребнями волн равно 1,2 м. Какова скорость распространения волн?

---

6. Определите ускорение свободного падения на Луне, если маятниковые часы идут на ее поверхности в 2,46 раза медленнее, чем на Земле.

7. Во сколько раз изменится частота колебаний математического маятника при увеличении длины нити в 3 раза?

8. Человек, стоящий на берегу моря, определил, что расстояние между следующими друг за другом гребнями равно 12 м. Кроме того, он подсчитал, что за 75 с мимо него прошло 16 волновых гребней. Определите скорость распространения волн.

9. Два математических маятника начинают колебаться одновременно. Когда первый маятник совершил 20 полных колебаний, второй совершил только 10 полных колебаний. Какова длина первого маятника, если длина второго равна 4 м?

10. Скорость звука была впервые измерена французским ученым Био Жаном Батистом. У одного конца чугунной трубы ударяли в колокол, у другого конца наблюдатель слышал два звука: сначала один, пришедший по чугуну, а спустя некоторое время второй – по воздуху. Длина трубы была 930 м, промежуток времени между распространением звуков оказался равным 2,5 с. Найдите по этим данным скорость звука в чугуне. Скорость звука в воздухе принять равной 340 м/с.

Ответы

РЗ–9.1. Прямолинейное равномерное движение. Относительность движения

№	Задания уровня "А"	Задания уровня "В"	Задания уровня "С"
1.	100 м	1000 м	12 ч
2.	5м; 1 м	54 км/ч; 50 с; 150 км/ч; 18 с	87,5 м
3.	$\Delta t = 2$ с; $\Delta s_x = 5$ м; $\Delta s_y = 5$ м; $\Delta s \approx 7$ м	150 м	30 км/ч
4.	500 м	15 км/ч	200 м
5.	8 м/с	28,2 м/с	Через 1 ч
6.	14 м/с; 6 м/с	26 с; 104 с	11 с
7.	7 км/ч	100 с	Сможет за 6 мин.
8.	1,5 мин.	4 с	90 с
9.	2 км/ч; 19 км/ч	5 ч; 90 м	100
10.	5 м/с	1 раз	15 м/с
11.	10 с		
12.	Через 30 мин.		
13.	5,5 км/ч		
14.	1,73 ч		
15.	277 с		

РЗ–9.2. Прямолинейное равноускоренное движение

№	Задания уровня "А"	Задания уровня "В"	Задания уровня "С"
1.	0,25 м/с^2	20 м/с, 107,5 м	50 с
2.	40 с	90 см	1 м/с
3.	14 м/с	20 м	3,3 с; 27,8 м
4.	1 м/с^2	24 с; 2,8 м/с^2	4 м/с^2
5.	5,5 м/с	10 м	9 м

6.	20 с	32,4 м	50 м
7.	10 м/с	10 с	0,0018 с
8.	96 м	41,5 см	5 м/с^2
9.	50 с	80 м	11,1 м/с
10.	375 м	50 с; 40 м/с	2 м/с; 8 м/с
11.	1000 м	125 м	8 м/с
12.	1 м/с^2, 20 с	0,2 м/с^2; 15 м/с	1100 м
13.	Уменьшится на 2 м/с	25 м	2 м/с^2
14.	4 м/с^2	0,0675 м/с^2	0,45 м/с; 0,3 м/с^2
15.	250 м	20 м/с^2	27 м

РЗ–9.3. Законы Ньютона

№	Задания уровня "А"	Задания уровня "В"	Задания уровня "С"
1.	20 Н	525 Н	0,04
2.	15 Н	64,5 Н	0,88 Н
3.	125 Н	8 м	712 Н
4.	0,1 м/с^2	65 Н	9
5.	50 Н	0,18 м/с^2	0,08 Н
6.	4 т	10,6 м/с	3 кг
7.	$2,86 \cdot 10^5$ Н	1020 Н	77,6 Н
8.	2 кН	1 м/с^2; 0,4 Н	67 Н
9.	0	2,4 кН	112 кН
10.	15 Н	30 Н	0,2
11.	37,6 м	20000	3,3 м/с^2
12.	2,5 м	0,25	0,56; 0,13
13.	20 Н	2170 Н	50 м
14.	28,3 м/с	2 м/с	5,4 с
15.	160 Н	15 кН	3 кг

РЗ–9.4. Свободное падение тел

№	Задания уровня "A"	Задания уровня "B"	Задания уровня "C"
1.	80 м	45 м; 0	2 с; 4 с
2.	1,4 с	3,4 с; 33,6 м/с	2,6 с
3.	31,25 м, 2,5 с	37,5 м/с	102 с
4.	0,35 м; 3 м/с	10 с; 100 м/с	14,7 м/с
5.	7 с	15 м/с; 1 с	150 м
6.	30 м/с	Через 3 с	Через 2 с и через 3 с
7.	20 м	5,2 м/с	16,8 с
8.	10 м/с	270 м; 75 м/с	109 с
9.	20 м	4 м	2 с; 15 м/с
10.	20 м/с	4620 м; 740 м/с	2,04 с

РЗ–9.5. Закон всемирного тяготения. Движение тела по окружности. Искусственные спутники Земли

№	Задания уровня "A"	Задания уровня "B"	Задания уровня "C"
1.	$4{,}3 \cdot 10^{-7}$ Н	$2 \cdot 10^{-7}$ Н	$3{,}6 \cdot 10^{22}$ Н
2.	24,9 м/с^2	$1{,}22 \cdot 10^{5}$ кг	На расстоянии 5 земных радиусов
3.	70 т	14,1 м/с^2	В 1600 раз
4.	1,6 м/с^2	1:2	1,64 км/с
5.	$3{,}67 \cdot 10^{-8}$ Н	$2 \cdot 10^{20}$ Н	10^{-7} Н
6.	25,1 км/с	В 4 раза	0,7
7.	7,5 км/с	1:20	13 600 км
8.	7,3 км/с	1800 м/с	4 м/с^2
9.	606 Н	400 км	На расстоянии 54 земных радиуса

10.	1,7 м/с^2	2,2 м/с	6,45 · 10^{23} кг
11.	4 м/с^2	3,56 км/с	Скорость спутника Земли в 1,11 раза больше
12.	15 м/с	8,2 м/с^2	На расстоянии 4 земных радиусов
13.	7,3 м/с^2	3,27 · 10^{23} кг	7 км/с
14.	7,1 км/с	Вес тела на Марсе в 2,5 раза меньше, чем на Земле	6400 км
15.	4,4 м/с^2	30 км/с	7,73 км/с

РЗ–9.6. Закон сохранения импульса

№	**Задания уровня "А"**	**Задания уровня "В"**	**Задания уровня "С"**
1.	9 кг · м/с	100 кг	2 с
2.	0	30 м/с	2 кг · м/с; 200 Н
3.	750 кН	5 кг · м/с	0,2 Н · с
4.	4 кг · м/с	7 кН	1 м/с
5.	2 м/с	14 кг · м/с	0,017 кг · м/с
6.	1,6 м/с	300 м/с	0
7.	0,1 м/с	5 м/с	10^{-3} м/с
8.	3 м/с	0,1 м/с	400 м/с
9.	13 м/с	1 м/с	2,25 м/с
10.	2 м/с	250 м/с	0,8 м /с
11.	250 м/с	0,5 м/с	1 м/с
12.	4 м/с	2,3 м/с	0,51 м
13.	0,67 м/с	12,5 м/с	2,8 см
14.	1,2 м/с	10 м/с	0,93 м/с
15.	10 000 т	0,75 м/с	1 м

РЗ–9.7. Механические колебания и волны. Звук

№	Задания уровня "А"	Задания уровня "В"	Задания уровня "С"
1.	0,33 с; 3 Гц	0,25 м	30 000
2.	1,6 с		
3.		9:1	17 м; $1{,}7 \cdot 10^{-4}$ м
4.	0,5 с; 2 Гц	2,1 км	Увеличится в 4,3 раза
5.	Комар делает на 24 000 взмахов больше	79 Гц; 1360 Гц	2,4 м/с
6.	1 м	1 м	1,62 м/с^2
7.	9,8 м/с^2	830 Гц	Увеличится 1,73 раза
8.	1 м	0,5 с; 2 Гц	2,4 м/с
9.	20 м	4 с	1 м
10.	20 с	0,4 с	3950 м/с

ОГЛАВЛЕНИЕ

ОПОРНЫЕ КОНСПЕКТЫ

РАЗНОУРОВНЕВЫЕ ЗАДАНИЯ

ОСНОВНЫЕ ФОРМУЛЫ

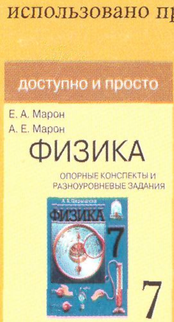
Формула	Название величин, входящих в формулу	Единицы измерения
$a = \frac{v^2}{R}$	a – центростремительное ускорение	м/с^2
	v – скорость тела	м/с
	R – радиус окружности	м
$\vec{p} = m\vec{v}$	p – импульс тела	кг · м/с
	m – масса тела	кг
	v – скорость тела	м/с
$T = \frac{1}{\nu}$	T – период	с
	ν – частота	Гц
$\lambda = vT$	λ – длина волны	м
	v – скорость волны	м/с
	T – период	с

Е. А. Марон

ФИЗИКА 9

ОПОРНЫЕ КОНСПЕКТЫ И РАЗНОУРОВНЕВЫЕ ЗАДАНИЯ

Пособие содержит комплект опорных конспектов и разноуровневых заданий, составленных в соответствии с действующим учебником физики и с новым стандартом образования. Опорные конспекты в виде схематических блоков учебной информации (формул, рисунков, символов и т. д.) охватывают все основные темы курса физики 9 класса и представляют собой целостную структуру. Оптимальный вариант обучения, когда учитель систематически их применяет в своей работе при изложении нового материала, в ходе опроса, в процессе систематизации знаний. Разноуровневые задания, составленные или взятые из различных источников, подобраны по степени усложнения: простые (задания уровня "А"), средние (задания уровня "В") и повышенной сложности (задания уровня "С"). Учащиеся самостоятельно или с помощью учителя выбирают группу заданий в зависимости от собственной подготовки и способностей. По мере овладения знаниями они могут перейти к решению более сложных заданий. Внутри каждого уровня задания выделяются в блоки (в тексте пособия они отделены друг от друга чертой). За один урок, включая домашнее задание, учащиеся должны научиться решать задания из одного блока (5–6 задач), одно-два из которых учитель письменно проверяет на уроке. Пособие предназначено для 9 класса общеобразовательных учебных заведений и может быть использовано при повторении пройденного материала.





ISBN 978-5-91281-029-9

9 785912 810299

VicTory